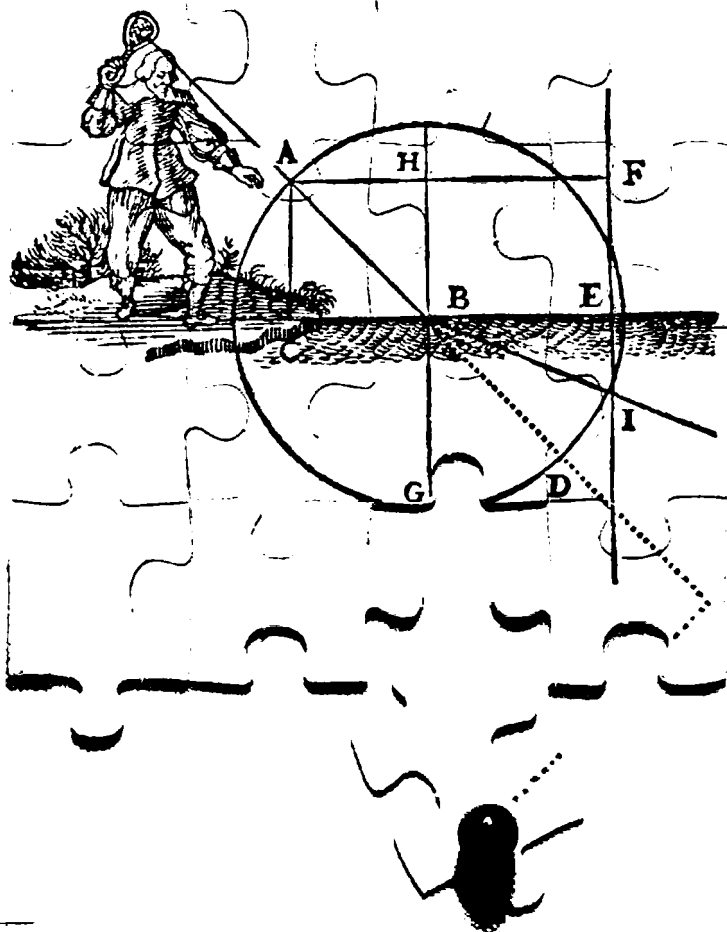


Filosofía

ganz1912

Desmond M. Clarke
La filosofía de la ciencia
de Descartes

Alianza Universidad



ganz1912

Desmond M. Clarke

La filosofía de la ciencia de Descartes

Versión española de
Eloy Rada

**Alianza
Editorial**

Título original:

Descartes' Philosophy of Science. Esta obra ha sido publicada
en inglés por Manchester University Press, Manchester

ganz1912

© Desmond M. Clarke, 1982

© Ed. cast.: Alianza Editorial, S. A., Madrid, 1986

Calle Milán, 38, 28043 Madrid; teléf. 200 00 45

ISBN: 84-206-2457-8

Depósito legal: M. 8.832-1986

Compuesto en Fernández Ciudad, S. L.

Impreso en Lavel. Los Llanos, nave 6. Humanes (Madrid)

Printed in Spain

INDICE

Prefacio	9
Cronología de textos citados con frecuencia	13
Cap. 1. <i>Introducción</i>	15
§ 1. Descartes científico	17
§ 2. Método y metodología	21
Cap. 2. <i>La experiencia en la ciencia cartesiana</i>	30
§ 3. El término «experiencia»	32
§ 4. El objeto de experiencia cartesiano	39
§ 5. Experimentos y experiencia común	46
Cap. 3. <i>La razón en la ciencia cartesiana</i>	58
§ 6. Ideas innatas	59
§ 7. Axiomas e «intuitus»	70
§ 8. Razón e inferencia	76
§ 9. Experiencia <i>versus</i> razón	84
Cap. 4. <i>Física y metafísica</i>	88
§ 10. La distinción cartesiana entre Física y Metafísica	90

§ 11. La Física derivada de la Metafísica	94
§ 12. <i>Le Monde</i> y los <i>Principia</i>	99
Cap. 5. <i>La Explicación</i>	118
§ 13. Explicaciones causales	118
§ 14. Relojes, códigos e hipótesis	124
§ 15. Restricciones a las hipótesis	129
§ 16. Modelos	134
Cap. 6. <i>La confirmación de teorías</i>	143
§ 17. La certeza	144
§ 18. Confirmación de hipótesis	150
§ 19. Experimentos cruciales	160
§ 20. La certeza de las explicaciones físicas	169
Cap. 7. <i>Ensayos metodológicos</i>	174
§ 21. Las Reglas	175
§ 22. El Discurso del Método	190
Cap. 8. <i>Descartes: Un aristotélico innovador</i>	205
Apéndice 1. <i>Nota sobre la deducción</i>	215
Apéndice 2. <i>Las reglas del impacto de la dinámica cartesiana.</i>	219
Bibliografía	242
Índice analítico	253

PREFACIO

Me adentré por vez primera en la ciencia cartesiana leyendo la traducción inglesa de la *Dióptrica*, la *Meteorología* y la *Geometría*, hecha por Paul J. Olscamp, durante un curso para graduados de la Universidad de Notre Dame. Pese a la buena labor del traductor, aún quedaban pendientes problemas textuales que exigían una lectura más atenta del texto original; problemas que en su momento me indujeron a suspender nuestra interpretación estándar del *Discurso* y de las *Meditaciones*, para dar paso a una visión posiblemente nueva de la ciencia en Descartes. Mis esfuerzos iniciales se vieron alentados por el profesor Ernan McMullin, a quien debo agradecer múltiples sugerencias a lo largo de este trabajo. También me vi después animado a considerar que este enfoque sobre Descartes no era enteramente nuevo; Gerd Buchdahl, entre otros, se anticipó a mi punto de vista. Pasé algún tiempo en el Departamento de Historia y Filosofía de la Ciencia de la Universidad de Cambridge en 1978 y Gerd Buchdahl, Mary Hesse, John Shurter y Stephen Gankroger (tal vez sin darse cuenta) me dotaron de la «cantidad de movimiento» adecuada para iniciar la redacción de este libro. Debo también unas palabras de agradecimiento a los colegas de París, especialmente a Pierre Costabel, J. R. Armogathe y J. L. Marion, que facilitaron mi trabajo en muchos aspectos. Y no es, ciertamente, una mera formalidad el reconocer que ninguno de los mencionados tiene responsabilidad alguna sobre los aspectos negativos que puedan resultar de esta interpretación de Descartes.

Algunas versiones previas de los problemas tratados aquí han aparecido ya en distintas publicaciones periódicas; buena parte de este material ha sido ampliamente reelaborado para la presente publicación. Pero, no obstante, es obligado reconocer esas fuentes y agradecer a publicistas y editores el permiso para utilizar de nuevo el primitivo material: a la Philosophy of Science Association, por «The ambiguous role of experience in Cartesian science», *PSA* 1976, ed. por P. Asquith y R. N. Giere, págs. 151-164; al editor de *Isis* por «The impact rules of Descartes' physics», *Isis*, 68 (1977), 55-66; al editor de *The Modern Schoolman* por «Descartes' use of 'Demonstration' and 'Deduction'», *The Modern Schoolman*, 54 (1977), 333-344; y a Franz Steiner Verlag, por «The concept of experience in Descartes' theory of knowledge» en *Studia Leibnitiana*, 8 (1976), 18-39.

Finalmente, reconozco con satisfacción las muchas mejoras del texto sugeridas por el editor de *Studies in Intellectual History*, dr. M. A. Stewart.

Nota sobre los textos

Con la excepción de *Conversation with Burman* (*Conversación con Burman*) he traducido todas las citas de Descartes de la última edición de las *Oeuvres* (París, Vrin, 1964-74) de Adam y Tannery. Hay unas cuantas razones para esta decisión aparentemente quijotesca. Muchas de las obras científicas y de las cartas de Descartes no se hallaban disponibles en versión inglesa cuando empecé a redactar; y entre las traducidas muchas eran demasiado incompletas para permitir referirse a ellas de modo sencillo. Además, en muchos casos mi interpretación de los textos hubiese requerido cambios adicionales en las traducciones ya publicadas. Así, para simplificar las referencias, doy sólo la página y el volumen de la edición estándar de Descartes. También he adoptado los cambios, en la correspondencia de Descartes, propuestos por los editores del volumen V de la edición de Adam y Tannery (1974). Mis traducciones de textos originales no tienen garantía de ser consistentes, y puede haber unos cuantos casos en los que el mismo texto cartesiano haya sido traducido de modos ligeramente diferentes.

Siempre que un texto se cita en latín o francés, he reproducido el texto de la edición estándar; y cuando la ortografía o el uso de acentos no concuerda, incluso en palabras tales como *expérience*, no me he preocupado de enmendar el original. He citado la *Conversation with Burman* a partir de la traducción inglesa de John Cottingham

(Oxford, 1976) con mínimos cambios en algunos lugares; agradezco a la Oxford University Press la autorización para utilizar esta traducción.

Desmond M. Clarke

Septiembre, 1981

CRONOLOGIA DE LOS TEXTOS MAS CITADOS

- 1628 *Regulae ad directionem ingenii* (publicado en 1701).
- 1633 *Le Monde* (publicado en 1664).
- 1637 *Discurso del Método.*
Dióptrica.
Meteorología.
Geometría.
- 1641 *Meditationes.*
- 1644 *Principia philosophiae* (edic. latina).
- 1647 *Los principios de la filosofía* (ed. francesa).
Notas a un programa.
- 1648 *Conversación con Burman* (publicada en 1896).

Capítulo 1

INTRODUCCION

En cierto sentido René Descartes es una víctima de su propio éxito como filósofo. Escribió un pequeño número de obras de lectura accesible, breves y claras en apariencia, dotadas de un interés filosófico permanente, en las que propone un patrón de claridad y distinción como criterio de verdad aplicable a las ciencias. Entre estos «clásicos» se encuentran las *Reglas* (1628) (publ. 1701) y el *Discurso del Método* (1637). También escribió un amplio volumen de correspondencia científica y ensayos experimentales en los que aplica sus métodos a distintos problemas heredados de la tradición o sugeridos por sus contemporáneos relacionados con una concepción científica de la naturaleza.

No resulta extraño, retrospectivamente, que estas obras fueran extensamente discutidas y que finalmente se incorporaran a una importante tradición de investigación filosófica; y que fueran considerados —quizás con cierto apresuramiento— como la realización del ideal de claridad y distinción que en ellos se recomienda. Por otro lado, el trabajo científico de Descartes, a pesar de ser, con mucho, la parte mayor de la obra conservada del autor, se ha relegado gradualmente al respetable pero poco frecuentado terreno de la historia de la ciencia. La consecuencia de este desarrollo histórico es que la filosofía de Descartes ha desembocado en la solución estándar de los problemas planteados y las aparentes respuestas que proporcionan sus textos clásicos. Esto ha dado pie a grandes distorsiones en la interpretación cartesiana y a que en último caso la interpretación estándar

sea prácticamente una caricatura del original; al mismo tiempo, y por irónico que parezca, es en esta cuestión, la naturaleza del método científico, en la que Descartes creyó haber hecho su contribución más original.

En un intento de dislocar caricaturescamente la historia de la filosofía, Jean Laporte escribía en 1945: «si quisiéramos insistir en la caracterización de la filosofía de Descartes mediante un solo calificativo, entonces, la descripción que mejor se adaptaría a su filosofía —sin paradojas— sería 'empirismo', un completo y radical empirismo»¹. El audaz calificativo de empirista que Laporte asigna a Descartes subraya la necesidad de un nuevo examen del método científico cartesiano, y en particular de las funciones que se refieren a los procedimientos experimentales y a priori en su ciencia. El planteamiento, casi canónico, de esta cuestión, ha consistido en adoptar la filosofía de Descartes como guía de lo que éste realizara en ciencia; o dicho de otro modo, considerar las *Meditationes* como la máxima contribución de Descartes a la literatura filosófica, e inferir a partir de esta obra la mayor parte de lo que Descartes quiso decir o debería haber dicho para hacer compatible su método científico con su primitiva concepción filosófica².

Aquí adoptaremos la postura contraria. Nosotros interpretamos la obra conservada de Descartes como la producción de un científico práctico que por desgracia escribió unos breves ensayos de cierta importancia filosófica. En otras palabras, consideramos los ensayos científicos de Descartes y su abundante correspondencia científica como la fuente primaria de evidencia en lo que a la metodología se refiere, tratando así de interpretar los ensayos metodológicos, las *Reglas* y el *Discurso*, lo más consecuentemente posible según estos elementos de juicio. Hay un buen número de razones que apoyan esta concepción, además de que nos parece lo suficientemente apartada del enfoque tradicional como para merecer cierta atención. Estas razones se examinan en el § 1. En la sección siguiente, el § 2, situaremos esta concepción y una anticipación de sus consecuencias en el contexto de otras interpretaciones de la metodología cartesiana e intentaré enclavar dentro de cuatro categorías algo de límites no

¹ J. Laporte: *Le Rationalisme de Descartes*, p. 477.

² No hay más que consultar la *Bibliographia Cartesiana* de Sebba o las reseñas del equipo Descartes en *Archives de philosophie*, para constatar el desequilibrio favorable a las *Meditationes* en los estudios sobre Descartes. Dos ejemplos recientes en inglés se encuentran en Margaret Wilson con su *Descartes* y Bernard Williams con *Descartes: The Project of Pure Inquiry*. Williams reconoce el desequilibrio en pp. 30-1. Una notable excepción a esta tendencia es Stephen Gaukroger, ed.: *Descartes: Philosophy, Mathematics and Physics*.

demasiado estrictos las múltiples interpretaciones del método de Descartes. Desde la perspectiva de estas cuatro categorías espero mostrar: i) un Descartes razonablemente consecuente, a lo largo del tiempo, con la interpretación de su propio método científico, y ii) al mismo tiempo, cuidadoso a la hora de especificar el método que de hecho empleaba en su trabajo científico.

§ 1. *Descartes como científico*

Si consideramos las discusiones de Descartes con Burman como una indicación fidedigna de cómo él esperaba que los lectores se aproximaran a su obra, podremos considerar este texto de la *Conversation* como una guía clara en lo que a este punto se refiere:

Un punto a destacar es que no debe dedicar demasiado esfuerzo a las *Meditationes* ni a las cuestiones metafísicas, o darles un tratamiento elaborado en comentarios y similares. Aún menos debe hacerse lo que algunos intentan, y sumergirse más profundamente en estas cuestiones que el propio autor; ya él se ha enfrentado con ellas con la profundidad suficiente. Basta con dominarlas una vez de forma general y recordar después las conclusiones. De otra manera conducen la mente muy lejos de las cosas físicas y observables y la hacen inapropiada para su estudio. Y sin embargo, son justamente esos estudios físicos el propósito más deseable para el hombre ya que pueden reportarle grandes beneficios para la vida. El autor ha desarrollado las cuestiones metafísicas con perfecta minuciosidad en las *Meditationes*, y ha establecido su certeza en contra de los escépticos y demás; de modo que no se encuentren todos en la obligación de afrontar la tarea por sí mismos, o tengan la necesidad de gastar tiempo y desazones meditando sobre estas cosas. Basta con conocer el primer libro de los *Principia* ya que éste incluye aquellas partes de la Metafísica que es preciso conocer para la Física y demás (Cottingham, pp. 30-31).

No sólo deben limitarse las *Meditationes* a un estudio rutinario, sino que más adelante Descartes confirma que sus trabajos en Física son de mucho más valor que cualquiera otra cosa que él haya escrito:

(el autor) confiesa que escasos pensamientos acerca del universo son para él, cuando mira hacia atrás, la mayor fuente de satisfacción. Tan alta es su estima, que no los cambiaría por ningún otro pensamiento relativo a otras materias (Cottingham, p. 39).

Esta misma postergación de la Metafísica se recomienda, en el mismo lenguaje directo, en una carta a Isabel de Bohemia en 1643:

Puedo decir con certeza que la regla de oro que siempre he observado en mis estudios y que considero de la máxima utilidad en la adquisición de todo

el conocimiento que poseo, ha sido no emplear nunca más de unas pocas horas al día en el tipo de pensamientos que ocupan la imaginación, y tan sólo unas pocas horas al año en aquellos que ocupan al intelecto puro... Creo que es muy necesario haber comprendido, una vez en la vida, los principios de la metafísica, ya que es a través de ellos como llegamos al conocimiento de Dios y de nuestra alma. Pero también creo que puede ser muy dañino ocupar con frecuencia el propio intelecto en meditaciones sobre ellos, ya que esto puede impedarnos el dedicarlo a las funciones de la imaginación y los sentidos. Mejor es contentarse con guardar en la memoria y en el convencimiento las conclusiones obtenidas una vez de ellos, *dedicando el resto del tiempo de estudio a pensamientos en los que el intelecto coopera con la imaginación y los sentidos* (Descartes a Isabel de Bohemia, 28 de junio de 1643: III, 692/695; las cursivas son mías).

El hecho de que estas «guías» de estudio se den a dos críticos pertinaces podría indicar que se trata de manifestaciones de la impaciencia de Descartes por zanjar las interminables disputas sobre las *Meditaciones*. En cualquier caso son también coherentes con la dedicación de tiempo real que Descartes consagra a los estudios no metafísicos y su reiterada declaración de que el propósito de todo su trabajo es la construcción de una ciencia pragmáticamente fructífera.

La correspondencia de Descartes sugiere que dedicó una considerable parte de su tiempo de estudio a cuestiones científicas. Es cierto que también se interesó por las cuestiones metafísicas ya desde el año 1629³, y que tenía pensado escribir un «pequeño tratado» ese mismo año; aunque antes de realizar este proyecto, interrumpió su trabajo para estudiar anatomía, meteorología y química. Como resultado, la obra metafísica quedó en suspenso hasta aparecer finalmente resumida en el *Discurso*, y en su forma final en las *Meditaciones* y los *Principia*.

Hace más de dos meses uno de mis amigos me mostró una perfecta y completa descripción del mismo (un parhelio), y me pidió mi opinión. Como consecuencia tuve que interrumpir el trabajo que tenía entre manos para examinar todos los meteoros de manera ordenada, hasta quedar satisfecho. En cualquier caso, creo que ahora puedo darle una explicación y he decidido escribir un pequeño tratado que contendrá la explicación de los colores del arco iris...

Me gustaría empezar a estudiar anatomía...

Ahora estoy estudiando química y anatomía al mismo tiempo, y cada día aprendo algo nuevo que no puedo encontrar en los libros⁴.

³ Vid. las cartas a Gibieuf, julio 18, 1629 (I, 17); a Mersenne, abril 15, 1630 (I, 136); a Mersenne, nov. 25, 1630 (I, 182), y de nuevo a Mersenne, abr. 20, 1637 (I, 350).

⁴ Descartes a Mersenne, oct. 8, 1629 (I, 23); Descartes a Mersenne, dic. 18, 1629 (I, 102); Descartes a Mersenne, abr. 15, 1630 (I, 137).

Una vez iniciado este tipo de trabajo científico, hay evidencias en la correspondencia de Descartes, entre 1629 y 1637, que sugieren que éste dedicó prácticamente todo su tiempo a estos objetivos científicos, algunos de los cuales culminaron en la *Optica*, la *Geometría* y la *Meteorología* de 1637. Como es bien conocido, *Le Monde* fue también escrito durante este período pero no fue publicado por temor a la interferencia de la Iglesia tras la experiencia de Galileo al publicar su teoría heliocéntrica⁵.

Aparte de la evidencia aplastante contenida en la correspondencia y en los ensayos científicos de Descartes de que su interés primario estaba centrado en las ciencias físicas, el propio Descartes aclara explícitamente en numerosas ocasiones la motivación de su obra. En una carta a Villebressieu, en 1631, escribe:

Ya que la mecánica no es otra cosa que el orden que Dios ha impreso en el rostro de su obra (lo que nosotros llamamos comúnmente Naturaleza), el autor pensó que sería de utilidad práctica examinar este gran modelo, e intentar seguir su ejemplo, más que las reglas y máximas que dependen del capricho de unos pocos hombres de letras; sus principios imaginarios no producen fruto ya que ni están de acuerdo con la Naturaleza ni con aquellos que tratan de instruirse a sí mismos (I, 213-14).

El rechazo de los hombres de letras y de sus libros en favor de la observación directa de los fenómenos está reflejada en el *Discurso*:

tan pronto como mi edad me permitió librarme de la tutela de mis profesores abandoné por completo el estudio de las letras. Y resolviendo no buscar ninguna otra ciencia que aquella que yo pudiera descubrir en mí mismo o en el gran libro del mundo... (VI, 9)⁶

Al mismo tiempo el objetivo claro era subordinar los estudios científicos a resultados prácticos:

He decidido no dedicar el resto de mi vida a otra cosa sino a intentar adquirir algún conocimiento sobre la Naturaleza desde el que se puedan derivar

⁵ Vid. las cartas de Descartes a Mersenne de nov. 1636 y febr. 1634, en las cuales expone su renuncia a publicar el manuscrito acabado del *Le Monde* (I, 270 y 281).

⁶ Conf. también VI, 10: «Después de haber empleado algunos años estudiando de este modo en el libro del mundo»; y en las *Regulae*, regla 5; al igual que hacen los astrólogos que pretenden ser capaces de predecir los resultados de los movimientos celestes sin conocimiento alguno del firmamento y sin observar siquiera cuidadosamente sus movimientos...; lo mismo sucede con los filósofos que renuncian a la experiencia y piensan que la verdad va a salir de sus propias cabezas como Minerva salió de la de Júpiter» (X, 380).

reglas para la medicina que sean más fiables que aquellas que tenemos hasta el presente (VI, 78).

Un interés similar por los resultados de utilidad práctica se trasluce en una carta al Marqués de Newcastle algunos años más tarde: «La conservación de la salud ha sido siempre el principal objetivo de mis estudios» (oct. 1645: IV, 329).

Si la mayor parte de la obra de Descartes se refiere a cuestiones científicas (en nuestro sentido habitual del término «ciencia»), y si el autor repetidamente conmina a sus lectores a considerar su obra sobre la física como su contribución fundamental a la posteridad, no es irracional asumir que debemos leer su obra como él mismo nos propone: como la de un científico práctico que también se interesó por cuestiones metodológicas, teológicas y metafísicas. La propia teoría de Descartes sobre cómo tan variadas facetas de su trabajo pueden conjugarse aún está por ver. Lo que difícilmente habrá escapado a sus lectores del siglo XVII es que sus observaciones metodológicas y sus ensayos cortos eran comentarios sobre el método que él creía emplear en su trabajo científico. Todavía queda la cuestión de si Descartes puede ser considerado como intérprete fiel de su propio método científico; pero al menos tendremos que admitir que él ha intentado proporcionarnos esa interpretación.

Aun cuando el Descartes histórico empleara la mayoría de su tiempo estudiando los fenómenos físicos y considerase los resultados de su obra científica como su mayor contribución al conocimiento, uno aún goza de una considerable libertad para elegir una estrategia a la hora de interpretar su metodología científica. Otros dos factores deben mencionarse en este punto para sostener la estrategia aquí adoptada. La primera de estas consideraciones es que la parte conservada de las *Reglas* supone, tan sólo, aproximadamente, un tercio del manuscrito previsto en un principio, y que precisamente la sección (libro III) que está esbozada como discusión del método en las ciencias físicas nunca fue escrita. El *Discurso*, por el contrario, fue compuesto como introducción a tres ensayos científicos de 1637⁷ y, aunque las vicisitudes de su edición final sugieren que no fue concebido como una discusión coherente o completa del método científico, no es posible comprenderlo razonablemente si no es como una discusión del método que Descartes creía emplear en la ciencia. Ambos ensayos sólo pueden

⁷ Una muestra de cómo el *Discurso* ha sido tomado fuera de contexto es que Carl Boyer, en su *History of Analytic Geometry*, se refiere a los ensayos científicos como «los otros apéndices al *Discours de la Méthode*» (p. 95). En la edición estándar de las Obras de Descartes el *Discourse* ocupa 78 páginas, mientras los llamados «apéndices» ocupan 539 páginas.

ser entendidos por referencia al método real adoptado por Descartes en su obra científica.

La otra consideración que inclina hacia el enfoque aquí adoptado es la siguiente: los dos ensayos de Descartes sobre el método son inusualmente opacos. De hecho, son casi ininteligibles separados de la obra científica que pretenden explicar. Así no podemos permitirnos el lujo de construir una interpretación independiente de los ensayos metodológicos para compararlos después con la ciencia cartesiana en funcionamiento.

En resumen: ya que Descartes empleó la mayor parte de su tiempo en su obra científica, y se consideró a sí mismo ante todo como un científico práctico; ya que sus ensayos metodológicos son prácticamente ininteligibles por sí mismos leídos independientemente de la obra científica que pretenden aclarar; y ya que las *Reglas* sólo discuten el método en las ciencias físicas de una forma incidental, mientras que el *Discurso* es específicamente un comentario sobre los ensayos científicos a los que precede, es preferible interpretar la metodología científica de Descartes lo más consistentemente posible con el método real que adoptó en su trabajo científico, en vez de extrapolar a partir de sus ensayos filosóficos lo que debía pensar acerca del método científico. Por todo esto, las consideraciones sobre las *Reglas* y el *Discurso* se han dejado para el final de este libro, mientras que las secciones iniciales tratan de explicar el método empleado por Descartes en sus ensayos científicos y en su correspondencia publicada.

§ 2. Método y metodología

No resulta inusual en los comentarios de científicos sobre la metodología de su propio trabajo encontrar discrepancias significativas entre lo que hacen en ciencia y lo que ellos dicen hacer. Cuando Newton escribe en el Escolio General de los *Principia*: «aquello que no se ha deducido de los fenómenos debe llamarse hipótesis; y las hipótesis, ya sean físicas o metafísicas, de cualidades ocultas o mecánicas, no tienen lugar en la filosofía experimental»⁸, nadie lo toma al pie de la letra. Tanto si le gusta como si no, de hecho, su física descansa sobre hipótesis.

Podría suponerse en Descartes una discrepancia similar entre el método real que sigue en la ciencia y el método que dice haber seguido con éxito y que debería seguirse en la búsqueda de la verdad sobre la naturaleza. Para una mayor claridad en los problemas de

⁸ I. Newton: *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, 3.ª ed., p. 530.

interpretación que aquí se plantean sería de ayuda la distinción —en cualquier caso, artificial— entre los ensayos científicos de Descartes y sus comentarios metodológicos sobre estos mismos ensayos. Estos últimos incluyen obviamente las *Reglas* y el *Discurso*, pero también algunos pasajes significativos de los *Principia* y de la correspondencia, donde Descartes hace algunas puntualizaciones sobre el método que pretende haber empleado en las ciencias físicas. Esta amplia colección de textos dispares podría considerarse como la metodología cartesiana. Por otro lado, Descartes también escribió abundantemente sobre temas científicos con escasa o nula referencia al método científico o a las bases filosóficas de su física. Por ejemplo, podemos encontrar estos textos en *Le Monde*, la *Dióptrica*, la *Meteorología*, los *Principia* y en la mayoría de los cinco primeros volúmenes de la edición de las *Oeuvres* de Adam y Tannery dedicados a la correspondencia de Descartes. Para referirnos de manera sencilla a esta heterogénea colección podríamos llamarla, algo anacrónicamente, la ciencia de Descartes.

Se concede fácilmente que este tipo de distinción es arbitraria y artificial y que conlleva la semilla de los abusos cometidos en la comprensión del proyecto cartesiano, pues Descartes se mueve con facilidad de la filosofía o la teología a la dinámica o la óptica, y mezcla discusiones sobre el magnetismo o la circulación de la sangre con afirmaciones injustificadas acerca de la eficacia de su método científico. Pese a estas precauciones aún parece, al menos provisionalmente, aceptable distinguir cómo procedió realmente Descartes en su obra científica —i.e. el trabajo científico que él afirma haber hecho— de los esfuerzos intercalados para aclarar el método cartesiano. Hecha esta distinción, se plantea la cuestión de si la práctica científica relatada por Descartes se corresponde con lo que él afirma en su metodología. De manera más específica, ¿hasta qué punto es *a priori* o experimental el método cartesiano, y hasta qué punto refleja fielmente la metodología cartesiana la práctica científica de Descartes?

Un tipo extremo de apriorismo en la ciencia podría ser el siguiente: se podrían considerar los primeros principios, axiomas o postulados primeros de la ciencia como garantizados en su verdad por una intuición puramente intelectual, o lógicamente encadenados con otras proposiciones que están así garantizadas; y podría considerarse la relación entre estos principios primeros y las explicaciones científicas de fenómenos específicos como una implicación lógica, de tal manera que el valor de verdad de las explicaciones se decide completamente, de forma derivada, por la garantía intuitiva de los primeros principios. Una comprensión del método científico de este tipo, con una justificación *a priori* de los primeros principios y una deduc-

ción lógica a partir de ellos de las explicaciones particulares, será lo que a partir de ahora llamaremos método *a priori*.

Si, por el contrario, nuestro método deja abierta la posibilidad de falsar nuestras explicaciones científicas mediante los datos experimentales, entonces podremos decir que se trata de un método *a posteriori*. Evidentemente nuestro método puede ser una combinación de ambos elementos *a priori* y *a posteriori*, en el sentido de que podríamos anticipar la posibilidad de elementos de juicio experimentales desconfirmadores para algunas hipótesis y mantener al mismo tiempo que nuestros principios básicos no están expuestos a pruebas experimentales.

Si combinamos esta distinción entre *a priori* y *a posteriori* con la distinción hecha anteriormente entre el método de Descartes y su metodología, tenemos al menos cuatro categorías para clasificar las interpretaciones del método cartesiano. Estas categorías reflejan la afirmación de que Descartes es *a posteriori* o *a priori*, tanto en su metodología como en su método —o en uno de ellos solamente.

La primera interpretación del método cartesiano viene determinada por el hecho de que Descartes es predominantemente apriorístico, tanto en la ciencia como en sus discusiones metodológicas sobre la ciencia. Así John Randall escribe:

Pero (Descartes) sigue siendo el matemático interesado en cadenas de prueba, fiel al ideal aristotélico de una ciencia como la geometría que probaría por qué las cosas deben ser como son; y su sistema físico permanece independiente de la experiencia, salvo ilustraciones incidentales...

Una física matemática no podría nunca fundarse sobre la confianza en la experiencia común; debe ser sustituida por una constante fe en la razón, despreciando las apariencias obvias de la naturaleza⁹.

La interpretación racionalista del método cartesiano ha sido frecuentemente adoptada en discusiones sobre el *Discurso*, y en exposiciones de la contribución de Descartes a la filosofía de la ciencia¹⁰.

Una lectura hasta cierto punto más plausible de Descartes consiste en asumir la discrepancia entre su método y su metodología y afirmar que esta última es *a priori* mientras aquél es, al menos, tan *a posteriori* como el de cualquier otro científico de la época. Esto sugiere que Descartes propuso un ideal irrealizable de conocimiento indudable

⁹ John Herman Randall, Jr.: *The Career of Philosophy*, vol. I, pp. 384-385. Cf. G. Rodis-Lewis: *Descartes et le rationalisme*, p. 15.

¹⁰ Vid., por ejemplo, Peter A. Schouls: «Reason, method and science in the philosophy of Descartes», en *Australian Journal of Philosophy*, 50 (1972), 30-9; Louis Chauvois: *Descartes: Sa méthode et ses erreurs en physiologie*.

en la ciencia, pero fracasó ligeramente en la ejecución de su plan de construir una explicación científica comprensible de la naturaleza ¹¹.

Una ligera variante de la interpretación anterior es considerar la metodología de Descartes *a priori*, en el sentido que acabamos de especificar, y suponer que Descartes trató de llevar a la práctica esta visión de la ciencia, por ejemplo, en los *Principia*. Los primeros principios de la física son *a priori* y esto está de acuerdo con las exigencias del *Discurso* o las *Reglas*. En cualquier caso, una vez que intenta deducir la explicación de un fenómeno natural específico a partir de estos principios garantizados intuitivamente, el proyecto se debilita, y finalmente se ve obligado a recurrir a hipótesis garantizadas experimentalmente. Esto lleva a pensar que la metodología de Descartes es *a priori*, y que su trabajo científico es parcialmente *a priori* y parcialmente *a posteriori* ¹².

No hay ninguna propuesta que considere la metodología de Descartes como *a posteriori* y su método científico real como *a priori*.

La última de las cuatro opciones posibles es leer a Descartes como si tanto su método como su metodología fueran consistentemente *a posteriori*. Algunos comentaristas se han inclinado parcialmente hacia esta posición, concediendo que hay una significativa dimensión *a posteriori* en ambos, aunque debe contrastarse con las fuertes exigencias apriorísticas de la metodología y los elementos metafísicos o aparentemente *a priori* de la ciencia cartesiana. Las inconsistencias en la metodología se hallan en el *Discurso* mismo, entre las partes V y VI, o entre las *Reglas* y trabajos posteriores, o incluso entre los dos ensayos metodológicos y sus reflexiones sobre el método en los *Principia* ¹³. En cada caso podemos considerar la primera parte del par como *a priori* y la segunda como *a posteriori*. Y en correspondencia con cualquiera de estas inconsistencias metodológicas que queramos defender tendremos que considerar que Descartes practica dos métodos muy distintos

¹¹ Esta interpretación es propuesta por los siguientes: P. Tannery: «Descartes physicien», *Revue de métaphysique et de morale*, 4 (1896), 478-88; G. Milhaud: *Descartes savant*; Hyman Stock: *The Method of Descartes in the Natural Sciences*; Pierre Duhem en: *The Aim and Structure of Physical Sciences*, pp. 43-46; Leon Roth: *Descartes' Discourse on Method*.

¹² *Id.*, por ej., A. I. Sabra: *Theories of Light from Descartes to Newton*, pp. 17-45; J. L. Allard: *Le Mathématisme de Descartes*, pp. 179-183; L. J. Beck: *The Method of Descartes: A Study of the Regulae*.

¹³ Entre los que proponen esta interpretación se hallan Ernan McMullin: «Empiricism and the scientific revolution», en *Art, Science and History in the Renaissance*, ed. Charles S. Singleton, p. 351; J. Segond: *La Sagesse cartésienne et la doctrine de la science*, pp. 198-216; Izydora Damska: «Sur certains principes méthodologiques dans les "principia Philosophiae" de Descartes», *Revue de métaphysique et de morale*, 62 (1957), 57-66; N. Kemp Smith: *New Studies in the Philosophy of Descartes*, pp. 51, 96-97.

en su ciencia, uno metafísico y *a priori* y otro experimental e hipotético ¹⁴.

Todavía queda por ver si Descartes puede ser leído sistemáticamente de una manera consistente interpretando su teoría y práctica del método científico de modo que refleje un reconocimiento por su parte del papel esencial de los procedimientos experimentales en la construcción y contrastación de las hipótesis científicas. Esta es la interpretación que ofrecemos en las páginas siguientes ¹⁵.

En esta primera etapa tendremos que introducir algunas limitaciones obvias a esta tesis para contrarrestar objeciones típicas habituales en la literatura cartesiana. La primera limitación es que no se puede esperar que Descartes conservara un único propósito sin ambigüedades durante un período de aproximadamente treinta años, en defensa abierta del carácter experimental de las ciencias físicas. Descartes tiene tanto derecho como cualquier otro autor de su época a desarrollar históricamente sus ideas sobre el método científico, a tener lapsos en cuanto a la coherencia, y a variar la retórica desde la seguridad en sí mismo con la que propone sus sutilezas de ingenio. Incluso anteponiendo todas estas precisiones, podría afirmarse que no existe una discrepancia clara entre el método científico real empleado por Descartes y el método que él afirma emplear en sus ensayos metodo-

¹⁴ Los elementos *a priori* de la ciencia de Descartes consisten, según esta interpretación, en las afirmaciones más generales y teóricas relativas a la naturaleza de la materia y el movimiento. E. McMullin lo expresa así: «Esto (i. e. la filosofía de la naturaleza de Descartes en los *Principia*) recibe su justificación por sus puntos de partida metafísicos más que por cualquier recurso específico al experimento o incluso a los conceptos experimentales cotidianos». *New Scholasticism*, 43 (1969), p. 44.

¹⁵ Esto ya ha sido propuesto por ciertos autores en trabajos sobre ensayos cartesianos específicos, o dedicados a cuestiones científicas concretas. Por ejemplo, Alan Gewirtz formuló su posición en este sentido en un estudio dedicado casi exclusivamente a las *Regulae*: «este artículo pretende mostrar que la opinión que establece un divorcio entre la práctica de Descartes y su doctrina del Método, sobre la base del carácter exclusivamente matemático y no-empírico del último, no es... válida» (A. Gewirtz: «Experience and the non-mathematical in the Cartesian method», *Journal of the History of Ideas*, 2 (1941), 184). Con matices, H. Mougín, Gerd Buchdahl y E. Denissoff han propuesto una interpretación similar de la ciencia de Descartes: H. Mougín: «L'Esprit encyclopedique et la tradition philosophique française», *Pensée*, 5 (1945), 8-18; 6 (1946), 25-38, y 7 (1946), 65-74; Gerd Buchdahl: *Metaphysics and the Philosophy of Science*, pp. 78-180; Elie Denissoff: *Descartes: premier théoricien de la physique mathématique*; Ralph M. Blake: «The role of experience in Descartes' theory of method», en *Theories of Scientific Method*, ed. Edward Madden, pp. 75-103; J. P. Weber: «Sur une certaine "méthodologie officieuse" chez Descartes», *Revue de métaphysique et de morale*, 63 (1958), 246-50; Laurens Laudan: «The clock metaphor and probabilism», *Annals of Science*, 22 (1966), 73-104.

lógicos, y que ambos son significativamente *a posteriori* en un grado que no se ha reconocido generalmente en la literatura.

Una segunda objeción típica es que, como es sabido, Descartes propuso la matemática como ideal para la ciencia física e intentó basar en última instancia todo el conocimiento en la certeza intuitiva del *Cogito*. Casi resulta indudablemente claro que Descartes esperaba deducir toda la física del *Cogito* y que cualquiera que rechace esta evidencia está simplemente jugando con palabras. Allen Debus ha resumido este aspecto del proyecto cartesiano de la forma que sigue:

Para Descartes nada sería tan necesario como desprenderse de todo el conocimiento precedente y partir de cero, aceptando como axiomas tan sólo Dios y la realidad de la propia existencia (*Cogito ergo sum*). La deidad, para él, se conoce por medio de la mente —de hecho, la verdad de Dios así conocida es mucho más evidente que cualquier cosa percibida a través de los ojos. A partir de este fundamento, Descartes está preparado para deducir el universo entero y sus leyes. Creía que cada paso en este método matemáticamente inspirado sería tan cierto como las pruebas en la geometría euclídea¹⁶.

Espero poder argumentar que esta consideración deductivista del método cartesiano es errónea tanto en las líneas generales que ha esbozado como en los detalles sobre las matemáticas y la deducción que incluye.

Podremos difícilmente negar que el *Cogito* fue un punto significativo en la filosofía de Descartes, a pesar de que es difícil que significara para él mismo tanto como para los innumerables comentaristas que han escrito explicaciones filosóficas sobre su lógica y su importancia para la teoría del conocimiento. Asimismo, Descartes alaba notoriamente la certeza y fiabilidad de las matemáticas en *comparación con la filosofía de las escuelas*, y describe característicamente sus propios esfuerzos de construcción teórica como un proyecto deductivo. Sería injustificable, en cualquier caso, al tratar de descifrar qué quería decir Descartes con ciencia «matemática» o «deductivista», trasladar gratuitamente al vocabulario de Descartes el significado que estos términos han adquirido en el siglo xx. Por supuesto, Descartes afirma que sus explicaciones científicas son *a priori*, garantizadas deductivamente, y basadas en la certeza del *Cogito*; pero queda aún por ver qué es lo que quiere decir con estas afirmaciones. En otras palabras, el uso que hace el autor de los términos lógicos que son importantes para la comprensión de su método no puede comprenderse de manera adecuada fuera del contexto en el que se emplea, y este con-

¹⁶ Allen G. Debus: *Man and Nature in the Renaissance*, p. 106.

texto incluye la obra científica que estos enigmáticos términos supuestamente aclaran.

Así, a pesar de la aparente obviaidad de la tesis de que el proyecto científico cartesiano es esencialmente un intento fallido de establecer deductivamente la física sobre un fundamento *a priori*, y a pesar del hecho de que Descartes describe consistentemente su proyecto como *a priori*, como una consideración deductiva de la naturaleza, me gustaría argumentar que estas palabras no significan lo que aparentemente parecen decir y que el método cartesiano es significativamente *a posteriori* tanto en la teoría como en la práctica.

Nosotros abordamos esta tesis confrontando directamente la suposición de que Descartes es fundamentalmente un racionalista en ciencia y que prefiere no recurrir a la evidencia experimental siempre que sea posible evitarlo, incluso en el estudio de la naturaleza física. El conflicto aparente entre la experiencia y la razón se examina en los capítulos 2 y 3. El capítulo 2 está principalmente dedicado a la explicación del concepto cartesiano de experiencia, aislando dos connotaciones especiales de la palabra *expérience* en la ciencia de Descartes, a saber, experimentos, y experiencia ordinaria.

El capítulo 3 se centra en un intento similar de aclarar lo que quiere decirse con razón —al menos en la medida en que se compara con el término experiencia. Entre las cuestiones aquí discutidas están: el papel de las ideas innatas en la ciencia; el uso que hace Descartes de la palabra *intuitus* como concepto original en las *Reglas*; el papel de la razón a la hora de hacer inferencias en ciencia, y el uso de Descartes de términos como *demonstratio*, *deductio* o *inductio*; y finalmente el significado de la repetida afirmación de Descartes de que prefiere la razón a la experiencia para decidir todas las cuestiones de importancia, incluso en las ciencias físicas. La aclaración de *expérience* y de la función de la razón en la ciencia sugiere que la prioridad de la razón sobre la experiencia de ninguna manera significa lo que de otro modo parecería implicar.

El capítulo 4 examina en qué sentido la metafísica proporciona fundamento a la ciencia cartesiana. Evidentemente, si Descartes pretende deducir las explicaciones científicas de los fenómenos físicos a partir de axiomas metafísicos entonces no podemos dar ningún valor al trabajo experimental en la ciencia, no importa cuántas referencias podamos encontrar a la *expérience* en sus escritos. Aquí argumentaremos que la metafísica de hecho proporciona un fundamento a la física, en muchos sentidos, pero que Descartes no intenta ni dice que intente deducir lógicamente la física desde un fundamento metafísico.

El capítulo 5 examina el concepto cartesiano de explicación científica. Mientras la explicación de un fenómeno físico dado debe ser *a*

priori, esto es, una explicación de un efecto en términos de sus causas efectivas y materiales, es todavía posible que este tipo de explicaciones sean planteadas hipotéticamente y confirmadas *a posteriori*. Hay algunas constricciones metafísicas y metodológicas sobre lo que Descartes está dispuesto a aceptar como una posible explicación, ya que es intransigentemente reduccionista en su intolerancia hacia las entidades teóricas. La exigencia de que las explicaciones se reducen en último término a descripciones de acciones por contacto entre partículas de pequeño tamaño se alinea con la dependencia cartesiana de los modelos mecánicos como un componente esencial en cualquier explicación científica.

Incluso admitir provisionalmente las hipótesis dentro de la propia concepción de la naturaleza, inevitablemente provoca problemas con respecto a su confirmación y el grado de certeza que uno espera conseguir en la ciencia. En el capítulo 6 se argumenta que Descartes está exclusivamente interesado por la certeza, más que por la verdad, en la ciencia; y que supone que los procedimientos que emplea para probar sus hipótesis son suficientes para establecerlas como ciertas, al menos como «moralmente ciertas». El papel de los experimentos cruciales se discute en detalle en relación con el desacuerdo entre Descartes y William Harvey sobre la explicación de la circulación sanguínea (§ 19).

La discusión de las *Reglas* y el *Discurso* en el capítulo 7 plantea una seria cuestión sobre el desarrollo histórico de las ideas cartesianas acerca del método, pues parece como si la misma estructura de la discusión fuera para forzar la coherencia de Descartes, tanto si se adaptaba adecuadamente como si no a la cuestión objeto de discusión. De hecho, parte del argumento que se propone aquí es que Descartes modificó sus ideas sobre el método científico. Entonces, ¿por qué no situar la discusión de las *Reglas* y el *Discurso* al principio, donde se supone que deben estar, atendiendo a un orden cronológico y conceptual?

La principal razón de esta actitud irreverente hacia la historia es la que ya hemos mencionado anteriormente, a saber, que estos dos textos son inusualmente opacos incluso para Descartes. Lo que me gustaría destacar es el concepto de ciencia que encontramos en la obra madura de Descartes. Una vez que se exponga esto puede mostrarse, sin apartarse de los textos, que las *Reglas* y el *Discurso* son consistentes con esta interpretación. Entre 1628 y, por ejemplo, 1644 hay cambios en el énfasis, en el estilo e incluso en la retórica preferida por Descartes; pero esperamos mostrar que no hay cambio notable que vaya desde un deductivismo *a priori* hacia un compromiso con las hipótesis en la concepción de la ciencia.

El método de análisis y síntesis que se propone en las *Reglas* se examina en el § 21 junto con el descubrimiento de la ley del seno para la refracción, y se explica más adelante, en el § 22, desentrañando la estructura de la discusión de Descartes del arco iris en la *Meteorología*. En el § 22 se hace la distinción entre el método de descubrimiento recomendado en la Parte II del *Discurso*, y el método propuesto en las Partes V y VI como consideraciones alternativas del *status* hipotético de las explicaciones físicas. Descartes es caracterizado en la visión panorámica final como un campeón autoproclamado de la nueva ciencia que toma prestados el lenguaje y los métodos, y aun las confusiones inherentes, de la metodología aristotélica. La certeza derivada de la reflexión sobre la experiencia es la característica dominante en la ciencia cartesiana. Y en este sentido Descartes es, a lo largo de toda su carrera, un empirista.

Capítulo 2

LA EXPERIENCIA EN LA CIENCIA CARTESIANA

Descartes ha comunicado a sus lectores la impresión de subvalorar la importancia de la evidencia empírica en la ciencia, así como un afán por sustituir la investigación científica por «argumentos racionales». Esta impresión no es exclusiva de sus lectores contemporáneos; muchos de los contemporáneos de Descartes leyeron su obra de manera similar y algunos hicieron sus objeciones a su método científico en este mismo sentido. Descartes, en cualquier caso, se opuso a esta crítica —como se opuso también a la mayoría de las críticas. Sorprendentemente, en este caso su defensa no consiste en considerar que sus críticos están equivocados respecto a la importancia de la experiencia en la ciencia; por el contrario, está de acuerdo con sus sugerencias metodológicas sobre el papel de la experiencia, pero afirma que le han malinterpretado su obra. Así, como réplica a un crítico desconocido que le imputa una falta de evidencia experimental en su ciencia, contesta:

Lo que encuentro más extraño es la conclusión de la crítica que usted me envió, sobre todo que, lo que impide que mis principios sean aceptados por las escuelas, es que no están suficientemente confirmados por la *expérience*, y que no he refutado las explicaciones que otros han dado. Y estoy sorprendido de que, incluso a pesar de que he demostrado, en concreto, casi tantas *expériences* como líneas hay en mis escritos, y habiendo explicado en general en mis *Principia* todos los fenómenos de la naturaleza, he explicado por los mismos medios todas las *expériences* que pueden hacerse respecto a los cuerpos inanimados, mientras, por contraste, ninguna de estas cosas se ha explicado

adecuadamente por la filosofía comúnmente aceptada; a pesar de eso, aquellos que siguen la filosofía aceptada siguen acusándome de falta de *expériences* (IV, 224-5).

Aquellos que están familiarizados con sus ensayos científicos y con su correspondencia podrán, al menos, simpatizar con la respuesta casi quisquillosa de Descartes; efectivamente, hay casi tantas referencias a diferentes tipos de *expérience* como líneas hay en sus escritos.

Por otro lado, los lectores de Descartes pueden ser excusados por adoptar la interpretación de su obra que habitualmente toman; éste, casi como una provocación, proclama la tesis de que podemos conocer los objetos físicos sólo a través del intelecto, y no mediante los sentidos o la imaginación (véase VII, 34). Además existe todo un grupo de tesis aparentemente racionalistas, proporcionadas por el contexto, en el que aparecen frecuentes referencias a la experiencia. Por ejemplo, el conocimiento sensorial es considerado a menudo como incierto; cualquier tipo de conocimiento se establece mediante la estrategia fundamentalista de las ideas innatas; la física se deduce de la metafísica; etc. Y cuando la evidencia empírica va en contra de las convicciones científicas cartesianas, el autor no duda en rechazar lo primero, para sugerir que debemos confiar en la razón más que en la experiencia. Por ejemplo, escribió a Mersenne (9 de febrero de 1639) que le divierten los esfuerzos de un oponente por refutar la ley de la refracción mediante experimentos, ya que estos esfuerzos resultan escasamente mejores que el intento de «mostrar con una escuadra torpemente construida que los tres ángulos de un triángulo no son iguales a dos ángulos rectos» (II, 497). Tenemos otro notorio ejemplo de una defensa similar cuando Descartes reconoce que las reglas del choque que aparecen en la Parte II de los *Principia* parecen contradecir nuestra experiencia del choque de los cuerpos. Su peculiar respuesta para este problema es: «las pruebas de todo lo anterior (las reglas) son tan ciertas que incluso aunque la experiencia parezca indicar lo contrario nos veremos obligados a confiar más en nuestra razón que en nuestros sentidos» (IX-2, 93).

Estas contradictorias reacciones de Descartes frente a los críticos sobre su uso de la experiencia, indica al menos que la visión que tenía Descartes sobre la relativa relevancia de la razón y la experiencia en el conocimiento científico no está muy clara. Y la ambigüedad que esto implica es, al menos, parcialmente función de la ambigüedad de los conceptos «experiencia» y «razón» empleados tanto por Descartes en su defensa como por sus críticos en su oposición. En un esfuerzo por resolver este aspecto de la metodología cartesiana, es preciso examinar ambos términos junto con los sinónimos habituales en Des-

cartes. El concepto de experiencia se examina en este capítulo, y el concepto de razón se analiza en detalle en el capítulo 3. Al final del capítulo 3 se examinan varios tipos de conflictos experiencia/razón a la luz de la discusión precedente.

§ 3. El término *expérience*

El concepto cartesiano de experiencia no es unívoco, ni tampoco reserva ningún término especial para distinguir entre experimentos científicos y cualquier otro procedimiento empírico que pudiera clasificarse más generalmente como experiencia. En lugar de esto, emplea la palabra *expérience* en francés y *experientia* o *experimentum* en latín, y sus correspondientes formas verbales *expérimenter* y *experiri*, en tantos sentidos como nosotros empleamos las palabras «experiencia» y «experimentar» en español¹. En algunos casos utiliza también *épreuve* (y *éprouver*) y *sentiment* (y *sentir*) prácticamente con la misma ambigüedad de significado que *expérience*. El repertorio cartesiano no incluye sin embargo la palabra *experiment*². Así, en ausencia de definiciones lingüísticas claras tendremos que basarnos sobre todo en el contexto para decidir qué es lo que Descartes quiere decir, en casos específicos, con su empleo de la palabra *expérience* y sus aparentes sinónimos. En las páginas siguientes se distinguen varios usos claramente definibles del término *expérience*; aquellos que son más relevantes para la Metodología científica de Descartes son retomados en el § 5 para una posterior clarificación. Y para facilitar este análisis conceptual hay una breve discusión de la teoría cartesiana sobre la experiencia en el § 4.

En varios contextos Descartes se refiere a actos de conciencia o consciencia de nuestra propia actividad mental como a *expériences*. Por ejemplo, experimentamos los actos de la voluntad como causados directamente por nosotros: «experimentamos el hecho de que vienen directamente de nuestra alma» (XI, 342). Somos igualmente conscientes en el caso de las ideas de que éstas no se derivan de nuestra voluntad, de que no están bajo nuestro control personal³. Asimismo

¹ Para un análisis del uso inglés véase J. M. Hinton: *Experiences: An Inquiry into Some Ambiguities*.

² En una carta a Mersenne (nov. 13, 1638) Debeaune usa la palabra «*experimento*» refiriéndose a las pruebas de la obra de Galileo (V, 527). El término «*experiment*» se encuentra también como equivalente en francés del inglés «*experiment*» en *A Dictionaire of the French and English Tongues* de Randle Cotgrave.

³ «*Experior illas non a mea voluntate nec proinde a me ipso pendere*» (VII, 38); «*les mouvemens que nous n'experimentons point estre conduits par nostre volonté*» (XI, 226).

experimentamos la libertad de la voluntad para negar su aprobación a cualquier cosa que no se perciba de forma clara y distinta: «nosotros experimentamos (*experiebamur*) el hecho de que éramos libres para abstenernos de creer cualquier cosa que no fuera cierta y comprendida claramente» (VIII-1, 20)⁴.

Además de los actos de la voluntad, también somos conscientes de nuestro propio pensamiento. Este tipo de conciencia intelectual se presenta igualmente bajo la rúbrica de la experiencia cartesiana. «La mente, reflejándose en sí misma, puede experimentar que piensa» (VII, 358)⁵. Ya que la experiencia, en este sentido, es una actividad de la luz natural de la razón, podemos incluso experimentar la validez de una inferencia a partir del *cogito* hasta el *sum* (VII, 140). La traducción francesa de este ejemplo de los usos cartesianos, hace incluso más evidentes las connotaciones experimentales del original: «il sent en lui-même qu'il ne se peut pas faire qu'il pense, s'il n'existe» (XI-1, 110-11). «Experiencia», como la introspección de los contenidos u operaciones de la propia mente, abarca naturalmente la experiencia de las ideas innatas, como la idea del infinito (VII, 365), o las ideas de duda, pensamiento, etc. (X, 524)⁶.

El término *expérience* es utilizado a menudo para referirse a experiencias sensitivas como la sensación de dolor o la intensidad de un color. Así, Descartes afirma en la *Meteorología* que tan sólo podemos percibir dos variables en la luz —su intensidad y su color— y que esto debería explicarse por los dos movimientos variables de las partículas de luz. «Así como no puede haber variación en estos movimientos aparte del que he mencionado, del mismo modo no encontramos ninguna variación en la experiencia, en nuestras sensaciones (*sentiments*) de estos movimientos aparte del color» (VI, 334). La introducción de *sentiment* aquí se opone al uso de *sentir* en otros textos, como en la *Descripción del cuerpo humano*: «Difícilmente puede dudarse de que hay calor en el corazón, ya que incluso

⁴ Con frecuencia Descartes se refiere a nuestra experiencia de la libertad al rechazar el asentimiento a proposiciones o juicios. Véase, por ejemplo, VI, 56, 57, 58, 59, 191, 377, 378; Descartes a Buitendicjck (1943) (IV, 62); Descartes a Isabel de Bohemia, nov. 3, 1645 (IV, 332, 333); VIII, 1, 6. En francés el «*experimur*» de la última referencia está traducido como «*prouver*» (IX-2, 27).

⁵ Véase VII, 427 (*experiri* y *experiamur*); VII, 440 (*experimur*) X, 419.

⁶ Al determinar aquí el uso cartesiano, no queda claro si podemos considerar la experiencia como un tipo de intuición o viceversa. Véase, por ejemplo, J. Segond: *La sagesse cartésienne et la doctrine de la science*, p. 209; «C'est donc qu'à ses yeux (i. e. Descartes) l'expérience est une sorte d'intuition». L. J. Beck dice algo similar en *The Method of Descartes*, pp. 83-4: «By "experience" in the context of Rule 2, it is clear that he means nothing more than the right intuitive use of the intellect».

puede sentirse (*sentir*) con la propia mano» (XI, 228) ⁷. La sensación de la acción muscular de los ojos, que tiene lugar cuando se cambia el enfoque desde objetos distantes a objetos cercanos, se conoce asimismo por medio de la experiencia (*Dióptrica*, VI, 108).

Este tipo de *expérience des sens* (IX-2, 5) es considerado también como una forma de pensamiento. En la Sexta Meditación, Descartes revisa su obra y pregunta: «si, a partir de las ideas que recibo de esta forma de pensamiento que llamo sentido (isto cogitandi modo, quem sensum appello), podría construir una prueba indudable de la existencia de las cosas corpóreas» (VII, 74). Aunque esto pueda parecer una disolución inadvertida de la distinción entre pensamiento y sentido, es bastante consistente con otros textos donde Descartes clasifica la sensación entre los tipos de pensamiento (VII, 28), y describe las sensaciones como «formas confusas del pensamiento» (VII, 81). Por consiguiente, incluso si fuera falso que oigo o siento el calor:

es cierto que me parece ver, oír y sentir calor. No puede ser falso que esto sea así, y esto, propiamente dicho, es lo que se denomina una sensación (*sentir*). Tomado precisamente en este sentido, sentir no es otra cosa que pensar ⁸ (VII, 29).

La distinción entre pensamiento y sentido se abordará de nuevo en § 5.

Otro uso cartesiano de la palabra *expérience* corresponde al uso no especializado de la palabra «prueba» en español ⁹. Lo que resulta característico de este sentido de la palabra *expérience* es que no implica ningún tipo de referencia a teorías científicas ni un control riguroso o preocupación por los resultados cuantitativos que se requerirían en un experimento científico. Este tipo de prueba resulta apropiado más bien para describir la reacción espontánea de un niño pequeño «probando» su comida para ver si el sabor es de su agrado, o probando un mecanismo para ver si funciona. Hay un claro ejemplo de este uso en la *Geometría*, donde el autor invita a sus lectores a comprobar

⁷ Parecido uso de «*séntire*» aparece en VII, 76, 79 y 80, donde dice que se sienten el dolor; distintos apetitos, resultado de la interacción de mente y cuerpo; y las ideas de los objetos físicos.

⁸ Cf. *La Descripción del Cuerpo Humano*: «nostre ame... ne nous est connue que par cela seul qu'elle pense, c'est à dire, qu'elle entend... et qu'elle sent parce que toutes ces fonctions sont des espèces de pensées» (XI, 224).

⁹ «*Expérience*» en el sentido de «prueba» se halla también en el *Dictionnaire Universel*, p. 980: «Expérience, essai, épreuve, considéré comme synonymes». La segunda alternativa propuesta por el *Dictionnaire de l'Académie* (París, 1694) tiene el mismo significado, «Eprueve qui se fait à dessein, ou par hasard».

sus proposiciones sobre los signos por referencia a la experiencia (VI, 422). Un ejemplo similar no científico se encuentra en el Prefacio a los *Principia*, donde Descartes invita a sus lectores a comprobar su afirmación de que las explicaciones científicas se deducen de los primeros principios. La prueba en cuestión consiste en leer el libro (IX-2, 11). Y en tres lugares de la *Dióptrica*, el autor recomienda la prueba del ensayo y error como la mejor manera de combinar las lentes apropiadas para fabricar un microscopio (VI, 202, 209, 225), ya que en materia de habilidad técnica «l'expérience enseignera mieux que mes raisons» (VI, 202) ¹⁰.

El término «experimentar» en español no se emplea muy frecuentemente referido a la acción de observar un objeto o evento, cuando la observación puede utilizarse como fuente de conocimiento. Descartes a veces utiliza la palabra *observation* en francés u *observatio* en latín en este sentido; pero en cualquier caso utiliza el término más general de *expérience* para referirse a ejemplos de observaciones sencillas de fenómenos físicos que pueden ser explicados por su teoría corpuscular o que pueden ser utilizados para desconfirmar o confirmar hipótesis. Así, se refiere a observaciones astronómicas (*observations astronomicae*) y a observaciones del comportamiento de los imanes (*observations de l'aimant*) ¹¹. La experiencia, en el sentido de observación, muestra que los cuerpos pesados descienden hacia el centro de la tierra (IX-2, 8); que los arcoiris aparecen en distintos tipos de situaciones, incluido el rocío de las fuentes (VI, 325); que la dilatación del corazón es suficiente para explicar los resultados observados en el movimiento del corazón y las condiciones de la sangre (XI, 244). En un caso la palabra *expérimenter* se utiliza para referirse al movimiento observado en las esferas pesadas de una máquina de rotación (XI, 18).

En contraste con los usos anteriores de *expérience*, cada uno de los cuales implica una materia que sostiene el hecho experimental

¹⁰ Cf. Descartes a Mersenne, jun. 19, 1639 (II, 560): «Pero debido a que éstas (las lentes) están hechas por azar, de ningún modo corresponden a esta teoría (la Dióptrica), siendo mucho más fácil determinar su poder mediante la experiencia que a través de la razón». Vid. también, Descartes a Ferrier, nov. 13, 1629 (I, 60), respecto a los problemas hallados al pulimentar lentes: «Pero la proporción entre estos movimientos sólo puede aprenderse por la práctica; es decir, que aunque se tratara de un ángel mismamente, no sería capaz de hacerlo mejor al primer intento que tras un segundo».

¹¹ Descartes a Hogelande, feb. 8, 1640 (III, 723); Descartes a Mersenne, dic. 25, 1639 (II, 636). La palabra «observation» también parece significar experimento, como en: «Gracias por su "observation" sobre las fuerzas requeridas para romper diferentes cilindros de la misma forma» (Descartes a Mersenne, dic. 1638 (?), II, 455).

que se le atribuye, Descartes emplea también el término para referirse a los fenómenos objetivos que las teorías científicas deben explicar. Resulta especialmente claro cuando habla de ver una experiencia. «i'en ay vù cet este dernier une expérience fort manifeste» (VI, 351). En este caso la experiencia es la corona alrededor de una vela encendida. El uso de *expérience* queriendo decir «fenómeno» está subrayada por la intercambiabilidad de las dos palabras en un texto dado y entre las versiones latina y francesa del mismo texto. Por ejemplo, la Parte III, artículo iv de los *Principia* lleva por título: «De phaenomenis, sive experimentis; et quis eorum ad philosophandum» (VIII-1, 81)¹². Mientras que en la versión latina aparece *phaenomenis* en la página 86 del correspondiente francés tenemos *l'expérience* (IX-2, 110). Incluso encontramos casos en los que tanto el texto como la traducción sugieren que el término *expérience* quiere decir algo similar a fenómeno objetivo, como cuando Descartes afirma que su hipótesis está de acuerdo con todos los hechos que debe explicar: «cum omnibus naturae phaenomenis... consentiant» y «cum experimentis consentiant» (VIII-1, 99). En el equivalente francés aparece: «s'accorde exactement avec toutes les expériences» y «sont entièrement conformes aux expériences» (IX-2, 123)¹³.

Aparte de las distinciones ya mencionadas es necesario introducir dos matices sobre el uso cartesiano del término; ambos, según veremos más tarde, tienen importantes implicaciones para la comprensión de la metodología cartesiana. En relación con las distinciones ya mencionadas, pueden considerarse como especificaciones más sutiles del término en el sentido de observación; considerando su importancia para la ciencia de Descartes merecen nombres independientes. La primera de estas subcategorías de observación podría llamarse «experiencia ordinaria»; mientras que la segunda se denomina habitualmente experimento.

Los indicadores lingüísticos principales de «experiencia ordinaria» son *experientia quotidiana* (VIII-1, 63) y *expérience vulgaire* (III, 10, 34)¹⁴. Por ejemplo, Descartes apela a la experiencia ordinaria

¹² Esto parece sugerir la versión francesa con: «Des Phaenomenes ou experiences, & à quoy elles peuvent icy servir».

¹³ Descartes utiliza también la palabra «expérience» para denotar características de la persona que viaja mucho y está familiarizada con diversas culturas, formas de vida, etc. Por ejemplo, escribe en el *Discourse* a propósito, «estudiar en el libro del mundo y tratar de adquirir experiencia» (VI, 10). Una carta a su hermano Pierre confirma que proyecta un viaje por Italia «que me sería muy útil para familiarizarme con los asuntos públicos y para adquirir alguna experiencia del mundo» (*expérience du monde*) (I, 3).

¹⁴ En dos ocasiones usa Descartes la expresión «*expérience ordinaire*», pero no en el sentido en que yo la empleo aquí. Ocurre esto en el *Discourse*

para confirmar la primera ley de la naturaleza en los *Principia*, 'mediante la observación de lo que ocurre cuando una piedra es arrojada hacia arriba. Otro ejemplo de hecho, sencillo, conocido a través de la experiencia por el desapercibido hombre de la calle, es que todos tenemos la habilidad de aprender palabras nuevas en cualquier lenguaje recién aprendido ¹⁵. Este tipo de experiencia preteórica es común a todos los hombres, «*experientia omnibus hominibus communi[s]*» (VII, 580).

Así, Picot diferencia la experiencia ordinaria de los experimentos en la introducción a las *Pasiones del alma*:

estas experiencias son de dos tipos: una de ellas es sencilla y tan sólo presupone que reflexionamos sobre las cosas que espontáneamente se nos presentan a los sentidos. El otro tipo de experiencia es menos frecuente y más complicado, y no puede experimentarse sin estudio y esfuerzo (XI, 319).

Prácticamente son las mismas palabras, Descartes considera apropiada la experiencia ordinaria como fundamento de la ciencia física. «Al principio es mejor fijarse en aquellas experiencias que se presentan por sí mismas a los sentidos, y de las que no podemos dejar de tener conocimiento con tal de que reflexionemos mínimamente sobre ellas» (*Discurso*, VI, 63). En contraste con estas experiencias inmediatas y simples, el progreso de las teorías científicas requiere de observaciones tales que: «las circunstancias de las que dependen son casi siempre tan especiales y detalladas que es muy difícil advertirlas» (VI, 63) ¹⁶.

Estas observaciones, que no son comunes para todos los observadores de la naturaleza no instruidos y que requieren destreza y conocimientos científicos, son evidentemente experimentos. Aparte de referencias poco frecuentes a *expériences particulières*, Descartes no reserva ningún término especial para los experimentos científicos ¹⁷. El contexto, de cualquier modo, revela claramente en un gran número de casos que el término *expérience* se refiere a experimentos en el sentido estricto de observaciones preparadas o fabricadas artificialmente y que han sido diseñadas para probar alguna implicación de las propias teorías científicas. Descartes se refiere en bastantes oca-

(VI, 51) al hablar de la experiencia del cirujano ligando las venas, y en la *Meteorología* (VI, 335) cuando se refiere al experimento de mezclar colores para producir matices intermedios.

¹⁵ «Ainsi que l'expérience fait voir» (XI, 369).

¹⁶ Cf. Descartes a Mersenne, abr. 20, 1646 (IV, 392).

¹⁷ Cf. IX, 2, 20; también Huygens a Descartes, ener. 25, 1642 (III, 779), donde Huygens se refiere a los experimentos de Bacon como «*experiments particuliers*».

siones a los experimentos de Mersenne sobre el flujo del agua a través de tubos, y en la mayoría de los casos la expresión empleada es *faire une expérience*¹⁸. Igualmente escribe a Debeaune agradeciéndole la exacta medición de los ángulos de refracción¹⁹; y él mismo planea hacer «experimentos bastante exactos» sobre metal²⁰. El carácter experimental de algunas experiencias resulta igualmente claro cuando escribe sobre experimentos que son tan sencillos de realizar que es casi imposible no realizarlos correctamente²¹; o sobre experimentos que son tan *belles* que incluye una descripción de cómo llevarlos a cabo²²; o sobre algunos tan complicados, como en el caso de la determinación del peso del aire, en el que hay muchas circunstancias en las que el desarrollo del experimento puede fallar y proporcionar resultados poco fiables²³. No es sorprendente, pues, encontrar, como tema constante de su correspondencia, la necesidad de asistencia financiera para pagar los gastos de su trabajo experimental. Así, escribe a Mersenne que «necesitaría más dinero que el Rey de China si tuviera que emprender todos los experimentos que serían de utilidad para el descubrimiento de la verdad» (III, 590)²⁴.

La variedad de empleo del término *expérience* o sus sinónimos y la facilidad con que Descartes pasa de un uso a otro constituyen una seductora trampa para los traductores o para los intérpretes de su obra. Por un lado, no es sorprendente, ya que también en español el término «experiencia» es suficientemente ambiguo como para reflejar la riqueza del término experiencia cartesiano; en cualquier caso el concepto cartesiano está inmerso en un contexto que, al menos en una primera lectura, proporciona bastantes oportunidades de contrastar la fiabilidad de la experiencia respecto a la razón. Resultado de este contraste es que tendemos a creer que sabemos lo que quiere decirse con el término *expérience* —¡se trata de lo que los empiristas defienden frente a los cartesianos!

¹⁸ Vid. Descartes a Mersenne, nov. 15, 1638 (II, 422); Descartes a Mersenne, ener. 9, 1639 (II, 489); a Huygens, febr. 18, 1643 (III, 617); a Mersenne, sept. 15, 1640 (III, 176), «ie dois faire moy mesme quelques expériences».

¹⁹ «Le agradezco su exacta medición de las refracciones» (abr. 30, 1639; II, 542). En febr. 20, 1639, rechaza la aparente contra-evidencia de los experimentos de Debeaune «no tengo muy en cuenta a quien dice que ha realizado experimentos que muestran lo contrario» (II, 521).

²⁰ Descartes a Mersenne, abr. 15, 1630 (I, 141).

²¹ Descartes a Mersenne, abr. 30, 1639 (II, 530).

²² *Principia*, IX, 2, 293.

²³ Descartes a Mersenne, enero 4, 1643 (III, 609).

²⁴ Cf. IX-2, 17; XI, 232-3; Descartes a Picot, XI, 326; Descartes a Mersenne, enero 4, 1643 (III, 610).

Las indicaciones que proporciona Descartes con su propio uso de la palabra no apoyan esta interpretación, ya que *expérience* puede querer decir entre otras cosas: consciencia intelectual, prueba, observación, experimento, fenómeno y experiencia ordinaria. Presumiblemente, Descartes evalúa de distintas maneras el valor cognitivo de estas experiencias, y el tipo de evaluación que verosíblemente aprueba es, en parte, función de su teoría científica sobre la cuestión de la experiencia humana.

§ 4. El tema cartesiano de la experiencia

Es un aspecto bien conocido que la filosofía de Descartes establece una dualidad entre cuerpo y mente y que la teoría ha ocasionado más preguntas de las que esperaba contestar tanto para sus lectores como para sus corresponsales. Hay evidencia suficiente del fracaso en el desarrollo en detalle de la teoría y de las aparentemente conflictivas versiones de la misma como para sugerir que la discusión cartesiana del dualismo, o al menos el lenguaje concreto en el que está expresada, es una desafortunada incursión en las categorías del aristotelismo clásico, de la que difícilmente podía salir indemne.

Sea cual fuere la valoración de sus méritos, Descartes parece haber tenido bastante claro que el dualismo era una *teoría*; i.e. que había algún tipo de construcción metafísica destinada a explicar aquellos hechos admitidos por sus proponentes como explicables. El conocimiento de estos hechos explicables es por lo tanto anterior a la teoría ideada para explicarlos, y si la teoría resulta ser un tanto cuestionable o claramente ininteligible, nos encontramos con que aún nos quedan los «hechos» que erróneamente justificaron en un principio su introducción. Como réplica a las cuestiones planteadas por sus lectores, Descartes adopta, más o menos, esta estrategia: defender, definir e intentar explicar el dualismo, pero al mismo tiempo reconociendo que se trata meramente de una hipótesis ²⁵.

²⁵ Para obras recientes sobre el dualismo cartesiano, véase A. Kenny: *Descartes: A Study of his Philosophy*, pp. 90-2; N. Malcolm: «Descartes' proof that his essence is thinking», en *Descartes: A Collection of Critical Essays*, ed. W. Doney, pp. 312-37; Richard Kennington: «The "teaching of nature" in Descartes' soul doctrine», en *Review of Metaphysics*, 26 (1972), 86-117; B. Williams: *Descartes*, pp. 177-220; Michael Hooker (ed.): *Descartes: Critical and Interpretative Essays*, pp. 171-85 («Descartes' denial of mind-body identity», M. Hooker), 186-96 («Descartes' "synthetic" treatment of the real distinction between mind and body», A. Donagan), 197-211 («Cartesian dualism», M. D. Wilson), 212-22 («Descartes' correspondence with Elizabeth: Concerning both the union and distinction of mind and body», R. Mattern), 223-33 («Dualism in Descartes: the logical ground», F. Sommers).

Así, en la Sexta Meditación dice: «mi esencia consiste en esto sólo, en que soy una cosa que piensa» (VII, 78). El Prefacio a las *Meditaciones* aclara las implicaciones del término «sólo»; el autor reconoce que necesita al menos un argumento para mantener esta posición:

lo que quería decir es que no conozco claramente que ninguna cosa pertenezca a mi esencia excepto que soy una cosa que piensa, o un ser que posee la facultad de pensar. Pero mostraré a continuación cómo, a partir del hecho de que no conozco ninguna cosa más que pertenezca a mi esencia, se sigue que de hecho ninguna otra cosa forma parte de ella (VII, 8).

La forma en que Descartes apuntala su argumento en la Sexta Meditación —mostrando que la percepción clara y distinta de la naturaleza del alma es un fundamento adecuado para hacer afirmaciones objetivas sobre la misma— es aún problemática²⁶, ya que permanece poco claro cómo se puede argumentar a partir del hecho de que uno posea una idea clara y distinta de la propia alma como algo completo y distinto del cuerpo, para llegar a la conclusión de que de hecho es así²⁷.

Una vez asumida la independencia sustancial del alma frente al cuerpo, Descartes difícilmente puede esperar restablecer más que una conjunción accidental y bastante problemática del cuerpo y la mente en su discusión sobre la unidad del hombre. El ramillete de conceptos que tiene a su disposición para describir la naturaleza metafísica del hombre —alma inmortal, substancia, forma substancial, esencia, unidad accidental o substancial— no pudo llevarle a otra cosa. Este punto parece haber sido admitido implícitamente como réplica a cuestiones planteadas por Isabel de Bohemia. Cuando es presionado para que aclare la teoría cuerpo/mente, Descartes afirma que se basa en tres conceptos fundamentales tan distintos que no es posible explicar mucho más de lo que ya ha explicado.

Considero que tenemos ciertas nociones básicas en nosotros que son como los originales del modelo sobre el que formamos todo el resto de nuestro conocimiento. Hay tan sólo unas pocas nociones de éstas... Respecto al cuerpo concreto tenemos tan sólo la noción de extensión... y en lo que respecta al alma tenemos solamente la noción de pensamiento... Finalmente en lo que respecta al cuerpo y al alma tenemos tan sólo la noción de su unión (III, 665)²⁸.

²⁶ Véase especialmente Margaret D. Wilson: *Descartes*, pp. 188-200.

²⁷ El carácter conceptual o lógico del argumento de Descartes está claro en VII, 161, 162; lo que puede ser pensado clara y distintamente como existente independiente ha sido creado por Dios como una sustancia.

²⁸ Para un comentario sobre este pasaje véase Charles Adam: «Descartes: ses trois notions fondamentales», en *Revue philosophique de la France et de*

Descartes añade más adelante que ya que estas nociones son básicas (*primitives*), sería estúpido intentar explicar un concepto en términos de otro, o intentar explicar un fenómeno por referencia a un concepto básico inapropiado. Esta explicación, comprensiblemente, parece inadecuada a su interlocutor, que reclama una mayor claridad. Como respuesta, Descartes afirma que es imposible concebir la unión y la distinción del cuerpo y la mente al mismo tiempo:

No me parece posible que la mente humana sea capaz de concebir distinta y simultáneamente la distinción y la unión entre cuerpo y alma, porque para ello sería pensarlas como una cosa sola y al mismo tiempo como dos cosas distintas, y esto es absurdo²⁹.

Esto conduce a una cándida admisión de que el esquema conceptual tradicional dentro del cual Descartes intenta explicar la experiencia humana es incoherente. Resulta interesante que la respuesta de Descartes a este tipo de incoherencia consista en subrayar el carácter teórico de la dicotomía mente/cuerpo, y en volver a los incontrovertibles hechos de la experiencia. En la *Conversación con Burman* encontramos la siguiente pregunta y su respuesta:

¿Cómo puede el alma ser afectada por el cuerpo, y viceversa, cuando sus naturalezas son completamente diferentes?

(R) Esto es muy difícil de explicar; pero en esta materia basta con nuestra experiencia (*sufficit hic experientia*) ya que este punto está tan claro que no puede de ninguna manera ser negado; esto es evidente en el caso de los sentimientos, etc. (Cottingham, p. 28; adaptado).

Esto último refleja su anterior respuesta a Isabel de Bohemia de que «aquellas cosas que pertenecen a la unión del cuerpo y el alma son conocidas sólo oscuramente a través del intelecto solo o incluso en asociación con la imaginación, pero pueden conocerse claramente a través de los sentidos» (III, 691-2)³⁰.

l'étrangère, 123 (1937), 1-14; N. Kemp Smith: *New Studies*, pp. 256-58; Ruth Mattern: «Descartes's correspondence with Elizabeth», en M. Hooker, ed. *Descartes*, pp. 212-22.

²⁹ Descartes a Isabel, junio 28, 1643 (III, 693). Cf. IX-1, 213: «Estas objeciones presuponen, entre otras cosas, la explicación de la unión que hay entre el alma y el cuerpo, y aún no he tratado de ello».

³⁰ Cf. las Cuartas Respuestas, VII, 228-9, donde se refiere a la «estrecha conjunción de la mente y el cuerpo, que experimentamos continuamente por nuestros sentidos»; y la sexta Meditación, VII, 80, donde la unión de alma y cuerpo es considerada indudable por «nature» i. e. nos es comunicada a través de la experiencia de la dualidad cuerpo-mente.

En otras palabras, incluso admitiendo la teoría del cuerpo-álma como defectuosa o inútil para explicar las cuestiones que debiera ³¹, es cierto que poseemos una experiencia indudable de sentimientos de dolor, etc., que, para un dualista al menos, sólo pueden ser explicados mediante la interacción entre el cuerpo y el álma. Si nuestra experiencia indudable de la unidad del hombre no coincide fácilmente con nuestras teorías, ésta no es ciertamente una razón para dudar de nuestra experiencia, ya que los datos de la experiencia en este caso son más ciertos que la explicación teórica, hasta cierto punto incoherente, de los datos que racionalmente aceptamos. En un contexto prácticamente similar, Descartes afronta este problema de falta de adecuación entre la teoría y los hechos. La experiencia del libre albedrío parece entrar en conflicto con su teoría de la conservación de la existencia del hombre por parte de Dios y por consiguiente de la concurrencia de Dios en las acciones libres del hombre, incluidas aquellas que son moralmente malas. Característicamente, la respuesta de Descartes a este problema es que sería absurdo dudar de los hechos claramente establecidos por nuestra experiencia a causa de las dificultades teóricas de nuestra explicación de esos hechos: «Sería absurdo dudar de algo que comprendemos subjetivamente (*intime comprehendimus*) y que experimentamos en nosotros mismos, por no comprender algo que sabemos ininteligible por su propia naturaleza» (VIII, 20). Aunque la unidad de la mente con el cuerpo no es evidentemente tan incomprendible como la naturaleza de Dios, hay que reconocer que es suficientemente problemática como para justificar la duda sobre la teoría dualista más que sobre la unidad de nuestra experiencia cuando es imposible conciliar ambas ³¹.

En la cooperación de la mente y el cuerpo para la producción de la experiencia, cada uno de ellos tiene un papel fundamental. La interpretación de Descartes de los actos mentales será abordada en el siguiente capítulo; de momento bastará con resumir su razonablemente familiar teoría mecánica de cómo la información es transmitida y procesada por el cerebro en asociación con los órganos de los sentidos. La discusión más explícita del tema se encuentra dentro de la *Dióptrica* en los discursos cuarto y sexto.

La sensación conlleva, al menos, tres estados distintos:

a) Una condición necesaria para cualquier sensación de un objeto físico es que haya algún tipo de contacto físico entre el objeto

³¹ Descartes llega hasta a decir, en una ocasión, que las ideas de mente y cuerpo son las más claras que uno puede pensar, exceptuando la idea de Dios. «No obstante sólo estoy dando mi opinión en este asunto... Estoy dispuesto a cambiarla» (Descartes al Abbé de Launay, julio 22, 1641: III, 421).

en cuestión o alguna emanación procedente del objeto, y el órgano sensitivo adecuado del receptor humano.

b) El efecto de este contacto físico del órgano sensitivo es transmitido a través del sistema nervioso al cerebro, y hay algún tipo de isomorfismo entre el efecto en el cerebro del receptor y el efecto inicial del objeto percibido en el órgano sensor. No se debe entender con esto que la huella cerebral es una imagen o dibujo del objeto o acontecimiento externo —esta sugerencia es rechazada por Descartes en numerosas ocasiones³². Las huellas cerebrales se combinan en el *sensus communis* y ya que son representativas de objetos, acontecimientos, etc., que están fuera de la mente, podemos incluso denominarlos ideas. «La luz, los sonidos, olores, calor y todas las otras cualidades externas de los objetos pueden imprimir ideas en él (i.e. el cerebro) a través del intermediario de los sentidos; el lugar donde estas ideas son recibidas deberíamos considerarlo como el sentido común» (VI, 55)³³.

c) La inexplicable unidad del cuerpo y la mente tiene como consecuencia que una actividad cerebral apropiada, que produce en la mente una idea o representación intelectual, se corresponda con la situación del cerebro disparada por los órganos de los sentidos. Tan sólo es en esta fase de acto de conciencia, que tiene lugar en la mente, cuando el sujeto de la percepción puede considerar por primera vez que percibe algo. «Algo ya admitido es que es el alma la que siente (*qui sent*), y no el cuerpo» (VI, 109)³⁴.

Además de la sensación, la dimensión «corporal» de la naturaleza humana influye tanto en la imaginación como en la memoria corporal, funciones ambas del cerebro³⁵. La imaginación es una parte del cerebro que interviene en las siguientes funciones:

a) Puede recibir impresiones desde el sentido común como centro de información del cerebro, y a partir de estas impresiones puede construir imágenes de los objetos que causan estas impresiones.

³² Vid. VI, 109, 130, 131.

³³ Para el uso cartesiano del término «idéa» en relación con las huellas cerebrales causadas por las sensaciones véase la traducción y edición inglesa del *Traído del Hombre* de Thomas S. Hall, pp. 86-7, notas 135 y 136.

³⁴ Esto coincide con *Las Meditaciones*, donde Descartes sostiene que sentir es una forma de pensar, VII, 29.

³⁵ «Esta *phantasia* debe entenderse como una parte verdadera del cuerpo», *Regulae*, X, 414; consideración ésta consistente con los experimentos anatómicos que realiza Descartes para explicar la naturaleza de la imaginación. «He diseccionado las cabezas de diferentes animales con el fin de explicar en qué consiste la imaginación, la memoria, etc.» (Descartes a Mersenne, nov. o dic. 1632: I, 263).

b) Puede funcionar como el locus de la imaginación creativa cuando el intelecto —o mejor, el sujeto humano a través de la acción de su intelecto— construye libremente nuevas imágenes a partir de otras previamente percibidas. Empleando el propio lenguaje de Descartes estas imágenes en el cerebro podrían llamarse ideas construidas.

c) Por último, la imaginación es el centro desde donde se pone en marcha la actividad motora que resulta de ambos tipos de imágenes mencionadas. Para este propósito la imaginación está conectada a través de los nervios con los diversos centros de activación motora del cuerpo humano ³⁶.

La memoria es también una función del cerebro, hasta el punto de que la rememoración de estados de conciencia anteriores depende de vestigios de los correspondientes estados cerebrales preservados en el cerebro. «Ya que la evocación de los pensamientos que a lo largo del tiempo tiene la mente está unida al cuerpo, es necesario que algunas trazas de estos pensamientos se impresionen en el cerebro; la mente entonces recuerda esos pensamientos volviendo o aplicándose a esas trazas» (VII, 357). La *Conversación con Burman* modifica esta teoría de la memoria, en el sentido de que Descartes distingue entre la evocación de los universales, que es una función de la memoria intelectual, y la evocación de los particulares, que es una función de la memoria corporal.

La teoría científica de la sensación, la memoria, y la imaginación, asociadas con la teoría metafísica del cuerpo y la mente está en igualdad —como hipótesis— con cualquier otra de las hipótesis cartesianas. Una estimación más precisa de hasta qué punto consideraba Descartes hipotético su trabajo científico requiere un desarrollo más detallado. Si admitimos mientras tanto su reconocimiento de este carácter hipotético, entonces, tanto la teoría dualista como la explicación científica de las funciones cognoscitivas del cuerpo serían hipotéticas. Lo que Descartes se niega obstinadamente a clasificar como hipótesis, son los datos de la experiencia sensorial inmediata que implican una unidad de la naturaleza humana que no es posible conceptualizar adecuadamente como conceptos como cuerpo o mente considerados como sustancias distintas. En consecuencia, Descartes introduce un tercer concepto básico, a saber, el concepto de la unión de la mente y el cuerpo, que es tan fundamental como cualquiera de los otros dos, «mente» y «cuerpo».

Por esta razón es un error considerar la división de mente y cuerpo en dos sustancias como el primer dogma de la filosofía del hom-

³⁶ Vid. *Discourse*, VI, 55, para el rol de la imaginación con respecto a las ideas del *sensus communis*.

bre de Descartes, y sugerir por tanto que no es posible que tenga una teoría coherente de la experiencia sensorial. Descartes parece inclinado a conceder que la teoría metafísica sea incoherente, pero lamentablemente es incapaz de proponer una alternativa mejor. En consecuencia, la incoherencia asumida del dualismo cartesiano no es un argumento contra el reconocimiento por parte de Descartes de los hechos de la experiencia que la teoría pretende explicar, es decir, nuestra conciencia de las experiencias sensoriales³⁷. De aquí se sigue que Descartes no está necesariamente comprometido con ninguna de las implicaciones de su teoría dualista que pudieran ir en contra de la posibilidad de estas experiencias que la propia teoría debiera explicar. En concreto, la teoría de Descartes sobre la naturaleza del hombre no es un argumento sobre la fiabilidad o no de la experiencia sensorial. En caso de sospecha sobre la experiencia sensorial, tendremos que introducir una evidencia aparte que apoye esta tesis; y evidentemente podemos invocar a la razón para decidir cuándo podemos confiar o no en la experiencia sensorial.

Esto no quiere decir que Descartes fuera completamente consciente del tipo de dificultades epistemológicas que estaban implícitas en su versión del dualismo. Descartes se encontraba bastante próximo a la tradición escolástica y al reciente neoescolasticismo al mantener al mismo tiempo el dualismo y la tesis de que «no hay nada en el intelecto que no esté primero en los sentidos». Cuando es presionado para dar una explicación de cómo es posible transformar la experiencia sensorial en conciencia mental, Descartes no es capaz de ofrecer nada. Y sólo al ser presionado en este sentido se da cuenta de lo poco que tiene que ofrecer, y cuán teórico es el dualismo. En consecuencia, no podemos interpretar la valoración cartesiana de la evidencia empírica admitiendo primero el dualismo, para deducir después sus implicaciones en una teoría del conocimiento. Descartes aborda la cuestión de forma diferente; afirma: i) que hay algunos hechos de nuestra experiencia que constituyen una evidencia indudable para creer en la unidad de la naturaleza humana, y ii) que el dualismo es una teoría científica y metafísica de cómo surgen estas experiencias. Una vez que admite la incoherencia de mantener al mismo tiempo el dualismo y la unidad del hombre —aunque sea tan sólo bajo la presión de sus interlocutores— somos ya libres para interpretar su respaldo del cono-

³⁷ Descartes frecuentemente alude a la influencia de los desarreglos físicos sobre el pensar; y las pasiones del alma son hechos de nuestra experiencia lógicamente anterior a la teoría de la unión de alma y cuerpo que se supone para explicar aquélla. *Vid.* VI, 62; VIII-1, 37; VII, 228, y J. Dreyfus-Le Foyer: «Les conceptions médicales de Descartes», *Revue de métaphysique et de morale*, 44 (1937), 267-81.

cimiento experimental y su aceptación de la evidencia empírica en la ciencia, a expensas del dualismo si fuera necesario, ya que los datos de la experiencia o de nuestra propia conciencia son para Descartes tanto lógica como epistemológicamente prioritarios con respecto a la teoría que pretende explicarlos.

§ 5. Experimentos y experiencia ordinaria

Como quedó claro anteriormente en el § 3, Descartes refiere como *expériences* condiciones tan dispares del sujeto como sentir dolor, pensar sobre sentir dolor, observar una tormenta o realizar un experimento científico. Entre esta variedad de experiencias a las que apela, dos en particular son de gran importancia para su metodología científica: la experiencia ordinaria y los experimentos científicos. Ya que ambos son casos especiales de una categoría más amplia, la observación, este concepto de la observación de Descartes requerirá un análisis previo antes de pasar a aclarar el significado de «experiencia ordinaria» o «experimento».

Descartes distingue tres niveles o grados en la experiencia sensorial. La interacción entre el medio ambiente y el sujeto sensor, aunque en ningún sentido se trate de un acontecimiento consciente, es el primer nivel de la sensación. Siempre que el sujeto humano se hace consciente de esta estimulación puramente física y recibida pasivamente como consecuencia de la unidad mente/cuerpo³⁸, se alcanza el segundo nivel en la experiencia sensorial. A esto es a lo que Descartes llama una sensación; la condición de un sujeto que no es, al menos reflexivamente, consciente de sentir calor, o ver un color, etc., y que podría ser descrita por otro sujeto mediante la frase: «es consciente del rojo» o «tiene la experiencia de calor». Un tercer nivel de experiencia se alcanza cuando el sujeto, haciendo inferencias a partir de las sensaciones presentes de color, magnitud, etc., y utilizando su

³⁸ La fuente de estímulos, para el sujeto que percibe, puede ser su propio cuerpo. En tal caso, la sensación sería una idea, en la mente, o una condición del cuerpo del sujeto en la medida en que esta condición es transmitida a través de los nervios hasta los centros sensores del cerebro. Otro punto ha de notarse, a propósito de Descartes y su concepto de la sensación, en este contexto. No es un análisis objeto/acto de la sensación en el sentido en que la mente tenga una imagen de la condición del cerebro. Mente y cuerpo se hallan unidos de tal modo que el sujeto humano es consciente de lo que es transmitido al cerebro. Así, en el caso de la sensación de los colores, la mente no tiene una idea de los movimientos de los nervios, etc., en el cerebro, ni siquiera de algo similar a un sensor de los datos de color, pero el individuo es consciente del color mismo.

experiencia previa de juicios realizados en situaciones similares, llega al punto de tener una idea de un objeto externo a la mente. La condición del sujeto de la experiencia a este nivel podría describirse diciendo: «está pensando una casa» o «está observando el péndulo».

Descartes refleja esta distinción de los tres grados de la experiencia sensorial cuando discute los grados de certeza que corresponden a la sensación en las Sextas Respuestas a las Objeciones:

Para calibrar correctamente el grado de certeza de los sentidos, debemos distinguir tres grados, al igual que cuando hablamos de sensación. Al primero pertenece tan sólo aquel nivel de sensación por el cual el órgano corporal es afectado inmediatamente por los objetos externos, y esto no puede ser otra cosa que el movimiento de las partes de este órgano y el cambio de forma y posición que resulta de este movimiento. El segundo nivel incluye aquello que ocurre inmediatamente en la mente como consecuencia de su unión con el órgano corporal afectado, y son las percepciones de pena, de placer, de sed..., las cuales surgen, como se dice en la Sexta Meditación, de la unión y de la virtual fusión de la mente y el cuerpo. Por último, el tercer nivel contiene todos los juicios que, con ocasión de los movimientos de un órgano corporal, nos hemos acostumbrado a hacer sobre un objeto externo desde edad temprana (VII, 436-7).

Este texto lamentablemente confunde el tema igualando el tercer nivel de percepción con los juicios de percepción. En cualquier caso si distinguimos entre la experiencia o la condición real de un sujeto de experiencia, y la información que el sujeto puede dar de esa experiencia, podremos arrojar cierta luz sobre el concepto cartesiano de sensación y sobre el concepto relacionado de ideas claras y distintas.

Si una persona tiene la sensación de azul, puede tener esa sensación sin advertir el hecho en absoluto, y a pesar de esto podría decir que tiene una experiencia del azul. Si reflexivamente es consciente de esa sensación, puede utilizar una intuición de su propio estado mental para informar de esta experiencia. La información misma es un juicio que podría tener esta forma: «Me parece ver algo azul.» Ya que la única evidencia relevante, en cuanto a la verdad de este juicio, es la conciencia de la propia persona de su estado mental, y ya que Descartes jamás duda seriamente de la capacidad de la intuición para proporcionar una evidencia sólida, encontramos en la Segunda Meditación confirmadas estas afirmaciones antes de que sea «probada» la existencia de Dios y por tanto autorizado el uso de los sentidos como medio de conocimiento del mundo externo. Como ejemplo, escribe: «Pero a mí ciertamente me parece ver, sentir, palpar el calor. Y esto no puede ser falso; es lo que se quiere decir con 'tener una sensa-

ción' (*sentirse*). Pero si lo entendemos en este preciso sentido no es otra cosa sino pensar» (VII, 29).

La sensación real de algo no puede ser falsa ya que no hay ningún juicio implicado³⁹. Cuando se informa de una sensación en el mismo momento en que se experimenta se realiza, en cualquier caso, un juicio, y éste puede ser falso. Informar de las propias sensaciones implica recordar ejemplos previos de sensaciones similares y asociar correctamente la nueva sensación con la palabra que es apropiada para la clase a la que pertenece esa sensación. La afirmación de Descartes es que es posible la certeza respecto a las intuiciones de nuestros propios estados mentales, que son los que proporcionan la evidencia para esas informaciones. Esto supone un error por su parte, ya que ignora la posibilidad de un fracaso a la hora de identificar correctamente una sensación, de una clasificación errónea como consecuencia de un fallo en la memoria, o de que se informe de una sensación de un modo incorrecto a causa de un error lingüístico.

Cuando un cartesiano experimenta sensaciones, en realidad, no ha progresado mucho hacia la interpretación de los datos que le proporcionan sus órganos de los sentidos. Puede decir que tiene sensaciones de color, dolor, calor, etc., y esto implica tener ideas o ser consciente de manera adecuada a las condiciones físicas de su cuerpo en el momento de tener estas sensaciones. Debería ser obvio que el sujeto de una sensación no interpreta reflexivamente las condiciones de su cuerpo ni necesita realizar ningún esfuerzo para iniciar la parte mental que corresponde a estas condiciones físicas. La mente y el cuerpo están tan unidas, que el sujeto de las sensaciones es automáticamente consciente de la sed, el dolor, etc., una vez que sus sentidos son estimulados de cierta manera.

La observación es un nivel más en la interpretación de los datos de la experiencia perceptiva. Además, al dar referencia objetiva de la fuente de nuestra experiencia, la observación trae consigo una confianza implícita en la experiencia previa. Al observar un objeto, sintetizamos una serie de sensaciones distintas e interpretamos su origen sobre la base de la experiencia previa. Esto presupone la distinción entre sujeto y objeto, y presupone que tenemos suficientes conceptos a nuestra disposición para categorizar el objeto de nuestra observación. No podemos decir, hablando con propiedad, que observamos una casa sin poseer la suficiente sofisticación conceptual como para distinguir entre casas y elefantes, y entre todos los posibles objetos

³⁹ Sostiene Descartes que «no puede haber falsedad» en los dos primeros niveles de la sensación (VII, 438). Cf. H. H. Price: *Thinking and Experience*, cap. 3: «Errors of recognition».

de nuestra percepción. Por tanto, podría describirse el sujeto de experiencia cartesiano (en el sentido de observación) diciendo: «está observando una casa» o «está observando un árbol con hojas marchitas».

Desde el punto de vista del observador esta experiencia es aún insuficiente como juicio observacional en el sentido de «este árbol tiene hojas marchitas». Para Descartes la construcción de una idea que resulta de una observación es tarea del intelecto, mientras que la afirmación de una correspondencia entre la idea y la realidad es función de la voluntad. Una persona informando de sus observaciones diría: «observo un árbol con hojas marchitas». Este informe no vincula lógicamente la verdad de la proposición en el sentido de que el árbol tiene hojas marchitas; simplemente es un informe de lo que se observa, no la afirmación de que nuestra observación sea verdadera.

Esta interpretación de la observación permite a Descartes la posibilidad de construir ideas de los objetos sin necesidad de confirmar los juicios que espontáneamente tienden a evocar. También es consecuente con la teoría cartesiana de las ideas claras y distintas, ya que podríamos mantener una idea proposicional y suspender su confirmación o falsación hasta haber contrastado los contenidos de la idea mediante el criterio de claridad y distinción. Tan sólo tras haber aplicado este criterio y haber alcanzado una conclusión podríamos proceder a realizar un juicio ⁴⁰.

En resumen, observar es pensar sobre un objeto de una forma específica como resultado de la interacción del objeto con nuestras facultades sensoriales; no es meramente una sensación que se limita a tener una idea de algo externo a la mente sin ninguna referencia a la fuente. Por otro lado, una observación no es todavía un juicio, ya que no conlleva necesariamente una afirmación de la voluntad o una correspondencia entre nuestra idea y su contrapartida extramental. En la observación, la persona construye una idea mental de un objeto sobre la base de sus sensaciones y su experiencia previa de situaciones similares. Este paso supone traspasar la seguridad de lo que se comunica en afirmaciones mínimas del tipo «me parece ver algo azul»

⁴⁰ La idea wittgensteiniana de la proposición como una imagen que no es ni verdadera ni falsa antes de proyectarla sobre la realidad está muy próxima al concepto cartesiano de la idea proposicional que no tiene valor de verdad. Vid. L. Wittgenstein: *Notebooks*, 1914-16, ed. G. H. von Wright y G. E. M. Anscombe, pp. 8 y 33: «La proposición sólo dice algo en la medida en que es una imagen... ¿Puede uno negar una imagen? No. Y en esto radica la diferencia entre imagen y proposición. La imagen puede servir como proposición. Pero en este caso algo se ha añadido a ella por lo cual ahora dice algo sobre aquello. En suma: sólo puedo negar que la imagen sea correcta, mas no puedo negar la imagen. Cf. *Tractatus Logico Philosophicus*, 2.1511; 3.11.

y pensar que nuestras sensaciones son causadas por un objeto con propiedades que se corresponden con nuestras sensaciones. No es ya simplemente ser consciente de lo que nos ocurre a nosotros mismos, es pensar en un objeto como tal.

Las observaciones, como las sensaciones, no pueden ser falsas, pueden ser incompletas, esto es, faltas de claridad y distinción. Descartes sugiere esta última posibilidad como explicación de por qué podemos falsar juicios observacionales. Tanto la experiencia de hacer observaciones como los juicios críticos o espontáneos que tienden a resultar de una observación son fundidos por Descartes en el tercer nivel de sensación ⁴¹. Para evitar confusiones, debiera distinguir la experiencia de hacer una observación de los juicios que resultan de esta experiencia, así como la información de la observación y las afirmaciones de conocimiento que un observador podría hacer desde la base de esta experiencia.

Este es un aspecto importante del intento de Descartes de explicar la falibilidad del conocimiento sensorial en contraste con la «razón», y se discutirá más ampliamente en el § 9. Corremos el riesgo de cometer el mismo error respecto a las observaciones que Descartes mismo al fusionar las observaciones y los juicios observacionales. Las observaciones pueden ser incompletas o engañosas, pero no son juicios y no poseen valor de verdad. En cualquier caso tendemos a hacer juicios, de forma poco crítica, como resultado de experiencias observacionales, y por consiguiente, encubrimos una de las mayores fuentes de error del conocimiento empírico. Una de las funciones de la razón en el método científico es examinar críticamente las inferencias de juicios observacionales a partir de observaciones, y por consiguiente aprovechar los recursos válidos de la experiencia sensorial.

Entre los tipos de observación importantes para la ciencia física, Descartes distingue los experimentos y la experiencia ordinaria.

Experimentos

Aunque los experimentos y la técnica experimental de Descartes puedan parecer primitivos a un científico actual, muchas de las *expériences* a las que recurre para garantizar sus afirmaciones científicas

⁴¹ Al discutir el error de identificar los juicios observacionales con las meras sensaciones, Descartes sugiere que este error se debe a la facilidad con que comparamos las sensaciones presentes con las anteriores, así como a nuestra facilidad, adquirida por experiencia, para pasar, mediante inferencias, de la sensación al juicio de percepción; «En este asunto razonamos y juzgamos tan rápidamente por costumbre, o mejor dicho, recordamos juicios que habíamos hecho antes sobre cosas semejantes, que no distinguimos estas operaciones (los juicios observacionales) de la mera percepción sensorial» (VII, 438). Des-

son de hecho experimentos científicos. El concepto de experimento científico admite difícilmente una definición exacta en términos de condiciones necesarias y suficientes⁴². A pesar de ello, algunas de las siguientes características se incluyen habitualmente en el concepto de experimento:

a) El motivo básico de los procedimientos experimentales en ciencia es establecer el valor de verdad de alguna proposición o teoría. Bunge distingue entre el método experimental y un enfoque experimental para llevar a cabo un objetivo científico⁴³. Por ejemplo, un artesano puede tener éxito al juntar cosas de una manera determinada mediante el método de ensayo y error, y esto legítimamente podemos calificarlo como «experimental». Pero el objetivo de este proceder es realizar algo, más que decidir si una teoría o una proposición son verdaderas. El científico, por el contrario, está interesado en experimentos específicos sólo como paradigmas de afirmaciones universales, cuyo valor de verdad hay que establecer. Esto no quiere decir que el científico no se comprometa en procedimientos experimentales en el sentido del artesano, sino más bien que, independientemente de lo que haga o como se aproxime al tema en cuestión, su motivación básica es más bien cognitiva, y no la simple producción de un artefacto.

b) Además de la motivación cognitiva, Claude Bernard menciona otras dos características de los experimentos científicos que parecen reflejar la comprensión cartesiana del término. Una de estas características es la relación entre nuestras operaciones técnicas y algunas de las hipótesis que hay que examinar. «Considero por consiguiente un principio absoluto que los experimentos deben diseñarse de acuerdo con una idea preconcebida, incluso cuando la idea sea más o menos vaga o esté mejor o peor definida»⁴⁴. El calificativo «más o menos» es tan amplio que hace que la sugerencia sea infalsable; en cualquier caso la posición de Bernard es que algunas hipótesis, aunque vagas, se presuponen como respuesta tanto al fenómeno concreto que estamos investigando como a la pregunta que realizamos

cartes comete un error similar al no distinguir él mismo entre sensación y observación, por una parte, y juicios basados en ellas, por otra.

⁴² Para el concepto de experimento en la ciencia véase: Claude Marx Bernard, *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, pp. 11-47; Marx Wartofsky, *Conceptual Foundations of Scientific Thought*, pp. 190-204; Leonard K. Nash, *The Nature of the Natural Sciences*, pp. 43-9, 138-69, 256-64; Ernest Nagel, *The Structure of Science*, pp. 81-90; Peter Caws, *The Philosophy of Science*, p. 52; Pierre Duhem, *The Aim and Structure of Physical Science*, pp. 144-64, 180-218.

⁴³ M. Bunge, *Scientific Research II*, p. 260.

⁴⁴ C. Bernard, *Introduction*, p. 42.

sobre el mismo. En los casos en que nuestra hipótesis es menos vaga, la «idea preconcebida» puede especificar las variables de un sistema físico que esperamos considerar, e incluso qué relaciones entre las variables son objeto de escrutinio⁴⁵.

c) Con una hipótesis de trabajo razonablemente concreta y una pregunta que contestar, un experimento puede caracterizarse más aún por el control que el experimentador ejerce sobre el sistema físico examinado. Como dice C. Bernard: «La observación es la investigación de un fenómeno natural, mientras que un experimento es la investigación de un fenómeno alterado (o modificado) por el experimentador.»⁴⁶ La intervención del experimentador en las condiciones del fenómeno y su intento de controlarlo tiene como propósito aislar, precisamente, los aspectos del fenómeno que él considera que son relevantes para su trabajo. Fue precisamente una falta de este control, al menos en la época de Bernard, lo que hizo que las observaciones astronómicas no fueran experimentales a pesar de su importancia para la ciencia.

Es menos fácil insistir en este último criterio del experimento, dada la diversidad de formas de observación que se llevan a cabo, incluso en astronomía. La idea que subyace en esta petición de intervención y control es que, sin control alguno, el científico es un observador pasivo de cualquier evidencia que se presente espontáneamente dentro de la sucesión natural de los acontecimientos. Sin embargo, parece que «intervención y control» es un criterio excesivamente riguroso en los casos en que el observador aspira a colocarse en una posición favorable para observar aquello que espera que sea relevante para su hipótesis. Este criterio se refleja en la descripción que hace P. Caws de un experimento: «Un experimento es sólo una oportunidad artificial de situar al observador en una posición favorable respecto a la naturaleza —un dispositivo para hacer que las cosas sucedan donde puedan verse.»⁴⁷

⁴⁵ A este respecto, P. Duhem distingue entre experimentos de prueba y experimentos de aplicación (*The Aim and Structure of Physical Theory*, pp. 183-4). Así, si tenemos una hipótesis específica, $x=f(y)$, podemos intentar ver, si es verdadera, o bien, asumiendo su verdad, podemos aplicar la hipótesis a nuevos casos para determinar los valores de las variables relevantes (experimentos de aplicación).

⁴⁶ C. Bernard, *Introduction*, p. 29.

⁴⁷ P. Caws, *The Philosophy of Science*, p. 52. Cf. M. Bunge, *op. cit.*, p. 251: «Por definición, *experimento* es el tipo de experiencia científica en la cual algo *cambia* provocado *deliberadamente*, y su resultado es observado, registrado e interpretado con propósito cognitivo». Marx Wartofsky en *op. cit.*, p. 190: «Experimento, pues, es la observación controlada por la estructura de hipótesis científicas».

De la correspondencia de Descartes se desprende que su idea de lo que es un experimento tiene este sentido: un experimento supone alguna teoría o hipótesis previa; su objetivo es cognitivo; y casi invariablemente implica la intervención del observador en aquellos aspectos de los fenómenos naturales que son menos accesibles que los aspectos asequibles a la inspección por parte de los no científicos. Esta intervención normalmente supone controlar o modificar un fenómeno de forma que puedan realizarse observaciones que de otra manera serían imposibles. La presuposición teórica de los experimentos está clara en la distinción que hace Descartes entre la prueba de ensayo y error y el conocimiento científico. Por ejemplo, Descartes afirma en la *Dióptrica* que el telescopio fue descubierto por manipulación experimental de lentes sin una teoría que explicara los resultados: «Para vergüenza de nuestras ciencias, este descubrimiento, tan útil y admirable, fue realizado inicialmente por experimentación y suerte» (VI, 81-82). La intervención y control sobre los fenómenos que se examinan se desprende de las objeciones de Descartes a los experimentos, que se discuten al final de esta sección.

Experiencia ordinaria

En lugar de los experimentos Descartes es partidario de lo que hemos llamado experiencia ordinaria, donde experiencia ordinaria es un tipo de observación. No hay manera de distinguir exactamente entre experiencia ordinaria y experimentos; por ejemplo, observar una lectura en un aparato de medida o advertir que las nubes en el cielo (aparentemente) se mueven son, ambos, ejemplos de observación. Descartes hubiera clasificado sólo la segunda dentro de las experiencias ordinarias. La base de la distinción parece ser la relativa certeza de las afirmaciones de conocimiento basadas en la experiencia ordinaria, y esto en función de la simplicidad de este tipo de experiencias.

La «ordinariedad» de las experiencias preferidas por Descartes depende de la falta de complejidad tanto en el objeto de la percepción como en la actividad del sujeto que realiza la observación. En lo que se refiere al objeto de la percepción, la experiencia ordinaria se limita a aquellos fenómenos más obvios y universales que se dan previamente a cualquier interferencia por nuestra parte, con la sucesión natural de los acontecimientos. Las observaciones no ordinarias, por otro lado, son tales que «las circunstancias de las que dependen son casi siempre tan especiales y detalladas que es muy difícil advertir-

las» (VI, 63) ⁴⁸, de modo que son inciertas e inasequibles. La simplicidad de nuestras observaciones, como actos de un sujeto percibiente, está determinada por los pocos requisitos previos que las mismas presuponen. Mientras que no sería plausible sugerir que Descartes anticipa el concepto de carga teórica en su discusión, sin embargo sí parece como si distinguiera entre las observaciones que pueden hacerse sin una teoría previa o entrenamiento técnico, y las observaciones que puede hacer un hombre de sentido común. En general, una experiencia ordinaria es una observación que puede ser hecha por un observador sin instrucción y sin especiales habilidades en el trato con aquellos fenómenos naturales que se dan independientemente de nuestra interferencia o control sobre su acontecer.

En este punto surge la cuestión de si estas distinciones sobre los diversos tipos de experiencia ayudan a explicar la teoría cartesiana de la prioridad de la «razón» sobre la experiencia a la hora de construir una explicación de la naturaleza. Descartes parece tener dos objeciones distintas contra la «experiencia»: una de ellas es una objeción general a cualquier afirmación de conocimiento que se base sobre la evidencia empírica, y esta objeción se examina en el § 9. Aparte de esta objeción general Descartes tiene razones especiales para rechazar la evidencia experimental y preferir en su lugar la evidencia de la experiencia ordinaria.

Ya hemos indicado anteriormente que la aprobación cartesiana de la experiencia ordinaria está determinada en parte por la relativa certeza de la experiencia ordinaria en comparación con los experimentos. Así, en las primeras páginas de las *Reglas* y el *Discurso*, Descartes compara las ilusiones del estudioso con las simples certezas del hombre de la calle. «Los hombres instruidos pueden quizás persuadirse a sí mismos... de que difícilmente existe un conocimiento de ese tipo (esto es, indudable)... Sin embargo les diré que hay mucho más conocimiento del que piensan» (X, 362). Y en la primera parte del *Discurso*: «Y por tanto pienso que leer libros... no conduce tan cerca de la verdad como el simple razonamiento que puede desarrollar naturalmente un hombre de buen sentido sobre las cosas que experimenta» (VI, 12-13). La certeza del conocimiento común de los hechos sobre el mundo está implícita en la regla de Descartes que le dicta empezar siempre una investigación con las verdades más simples y obvias antes de progresar hacia las oscuras e inciertas. Entre los que contravienen esta regla están aquellos «filósofos que descuidan la experiencia y piensan que la verdad emergerá de sus propias cabezas como Minerva lo hizo de la de Júpiter» (X, 380).

⁴⁸ Descartes a Mersenne, abr. 20, 1646 (IV, 391).

A diferencia de la certera evidencia de la experiencia ordinaria, los experimentos científicos son a menudo tan complicados que es difícil derivar alguna conclusión con certeza a partir de sus resultados. Entre las razones para desconfiar de los experimentos Descartes menciona tres:

a) Un experimento puede ser ejecutado torpemente. A menudo encontramos a Descartes describiendo técnicas experimentales; por ejemplo, en su correspondencia con Mersenne y con Debeaune, describe cómo montar y realizar correctamente experimentos para medir índices de refracción, la polaridad de los imanes, el peso del aire, etcétera⁴⁹. Su actitud crítica general frente a los experimentos poco fiables es que la gente tiende a obtener los resultados que esperaba, y si su teoría es incorrecta, se inclinan a realizar experimentos defectuosos que la confirmen «porque aquellos que los han realizado se obligan a sí mismos a hacerlos aparecer de modo que estén de acuerdo con su teoría» (VI, 73)⁵⁰.

b) Un experimento puede no repetirse con la frecuencia suficiente como para establecer los resultados con certeza⁵¹.

c) Los resultados correctos de un experimento pueden ser interpretados incorrectamente. El problema típico es la presencia de factores que interfieren en la situación experimental y que no son tenidos en cuenta por la teoría o hipótesis que se están probando. Por ejemplo, Descartes desechó las objeciones a sus leyes del choque porque las colisiones del tipo que describe en las leyes implican factores del tipo

⁴⁹ Véase el fragmento de una carta, 1630-8 (IV, 39), donde Descartes critica la técnica de un experimento diseñado para pesar un líquido evaporado, y la de otro experimento para comprobar la velocidad de caída de los cuerpos; Descartes a Mersenne, feb. 9, 1639 (II, 497-8), aquí se recoge una crítica de un experimento para refutar su teoría de la refracción, y de nuevo a Mersenne, ener. 4, 1643 (III, 609), donde se discuten los posibles errores presentes en un experimento para pesar el aire. Así mismo, Descartes da instrucciones sobre la correcta ejecución de un experimento sobre proyectiles (Descartes a Mersenne, mayo 15, 1634, I, 293).

⁵⁰ Un ejemplo de esto se encuentra en la medición de Maurólico del ángulo de elevación de los arcos primero y segundo del arcoiris. Descartes comentó: «Esto indica la escasa confianza que se puede tener en observaciones que no van acompañadas de una correcta explicación» (VI, 340).

⁵¹ Descartes a Mersenne, ener. 29, 1640: «En lugar de tres observaciones, yo preferiría un millar, antes de confiar en ellas enteramente, ya que la más mínima cosa las hace cambiar» (III, 7); Descartes al Marqués de Newcastle, noviembre 23, 1646 (IV, 571-2), donde Descartes sugiere que su interlocutor no ha ofrecido suficientes experimentos para explicar la naturaleza del mercurio.

de elasticidad, resistencia del aire, etc., que no son considerados por las reglas ⁵².

El escepticismo general de Descartes sobre los hallazgos experimentales se resume en esta puntualización a Huygens: «Tengo poca confianza en los experimentos que no he realizado yo mismo» (III, 617) ⁵³. La fuente de la duda cartesiana sobre los experimentos no es su carácter empírico, sino el hecho de que su relativa complejidad los hace más susceptibles a errores y malas interpretaciones que la experiencia común de observadores no científicos de la naturaleza ⁵⁴.

Esta valoración de la fiabilidad de la experiencia ordinaria, en comparación con la evidencia experimental, es consistente con la comprensión cartesiana de la explicación científica como una reducción de lo complejo e ininteligible a lo simple y familiar. Este punto es discutido en el capítulo 5. Por el momento es suficiente advertir que las objeciones a la evidencia experimental no son en ningún caso resultado de un desprecio de la evidencia empírica en comparación con las consideraciones puramente racionales o *a priori*; Descartes —al menos según lo que hemos discutido hasta aquí— elige entre dos tipos de evidencia experimental.

En mi intento de situar los comentarios de Descartes acerca de la relativa poca fiabilidad del conocimiento sensorial, he argumentado que *expérience* es un concepto ambiguo, y que el dualismo cartesiano no es necesariamente un argumento decisivo contra una interpretación de los textos que restablezca la importancia de la evidencia

⁵² Esto se analiza con mayor detalle en el Apéndice 2. Al discutir el problema de cómo muchos golpes de un pequeño martillo son equivalentes a un golpe de uno mayor, Descartes escribe a Mersenne, jun. 11, 1640: «Son tantos los factores a tener en cuenta en semejantes cálculos, y contribuyen tan escasamente a nuestra experiencia y con tan poco, que me parece mejor no hablar de ellos en absoluto» (III, 80). Véase también, Descartes a Mersenne, nov. 13, 1629, sobre la ley de la caída de los cuerpos: «Por lo demás, sobre la interferencia del aire que me pedís que tome en cuenta, creo que es imposible tratar de ello y no debe entrar bajo consideración de la ciencia; pues o está caliente, o frío, o seco, o húmedo, o transparente, o nublado, o bien otras mil circunstancias, todas las cuales cambian la resistencia del aire» (I, 73); *vid.* también Descartes a Cavendish, may. 15, 1646 (IV, 416-17).

⁵³ Huygens parece haber sido una excepción a la escéptica actitud general de Descartes, ya que éste escribe a Golius sobre él en abr. 16, 1635 (I, 315): «si es posible lograrlo, él (Huygens) encontrará la forma de hacerlo más pronto que otro cualquiera». Cf. Descartes a Mersenne, marzo 11, 1640 (III, 38): «Sin embargo, es un asunto experimental determinar si esta diferencia es observable y dudo mucho de los experimentos que no haya hecho yo mismo».

⁵⁴ Compárese con P. Duhem, *The Aim of Physical Theory*, p. 163: «Un experimento en física no tiene la certeza inmediata, respecto a la facilidad de prueba, que tiene el testimonio ordinario no-científico».

empírica en la ciencia. El dualismo ciertamente complica el tema; sin embargo, debe ser reconocido también como lo que es: una teoría que Descartes toma prestada de la tradición para explicar lo que considera un hecho indudable de nuestra experiencia, es decir, el hecho de poseer experiencias sensoriales. Estas experiencias son, lógicamente, anteriores a cualquier teoría que pudiera ser introducida para explicarlas. Por tanto si la teoría sucumbe, de ahí no se sigue que Descartes cuestione la fiabilidad de los tipos de experiencia que la teoría pretendía explicar.

En cualquier caso, Descartes plantea serias objeciones o al menos algunos tipos de evidencia empírica —esto se discute en el siguiente capítulo. El otro tipo de objeciones son consecuencia de la desfavorable comparación que Descartes hace entre los resultados experimentales y la evidencia proporcionada por la experiencia ordinaria. Ninguna de las tres razones para dudar de los resultados experimentales implica una desconfianza sobre la evidencia empírica; lo que se plantea con estas objeciones es la elección entre dos tipos de evidencia empírica. Con un control adecuado, incluso los experimentos pueden tener un puesto central en la ciencia.

Capítulo 3

LA RAZON EN LA CIENCIA CARTESIANA

Descartes proporciona, al lector ocasional de su obra, abundantes y explícitas indicaciones de su preferencia por la razón, frente a la experiencia, a la hora de decidir el valor de verdad de las afirmaciones del conocimiento científico. Además de estos textos explícitos, se vale de un ramillete de ideas bastante características que implican normalmente una alineación con la tradición racionalista en filosofía. Cualquier intento de reinterpretación del papel de la razón en la ciencia cartesiana debe tener en cuenta tanto las indicaciones explícitas de la supremacía de la razón como las aparentemente implícitas. Así, si interpretamos «razón» como un término general para referirnos a las facultades cognitivas que son en algún sentido independientes de la experiencia, la aclaración del papel de la razón es equivalente a contestar a la siguiente pregunta: ¿son las referencias cartesianas a la experiencia pruebas genuinas de hipótesis concretas, o son meramente ilustraciones de los primeros principios garantizados intuitivamente? ¹. En otras palabras, ¿proporciona la razón por sí sola los conceptos explicativos fundamentales, los primeros principios o leyes, o incluso quizás la estructura general de lo que es considerado una explicación por Descartes, mientras que la experiencia funciona solamente en el momento en el que se aplica una teoría científica a la realidad física? ¿En qué contribuye la razón, independientemente de la experiencia, a la ciencia cartesiana?

¹ Esta interpretación fue adoptada por L. Liard; en *Descartes*, p. 122.

En este contexto, los temas vienen a la mente de forma inmediata: las ideas innatas y el papel de los axiomas en la ciencia cartesiana. El primero se clasifica tradicionalmente como una cuestión que afecta más a la comprensión que a la razón; sin embargo, ignoraremos aquí la distinción razón/compreensión en favor de la discusión de cuáles son las facultades intelectuales, aparte de la evidencia experimental, que podemos considerar que contribuyen a la ciencia cartesiana. La evidencia inicial derivada de la terminología de Descartes sugiere que el conocimiento científico es independiente de la razón en tres aspectos: i) poseemos ciertas ideas innatas o esencias simples que constituyen el sistema conceptual explicativo de la ciencia; ii) conocemos algunas leyes científicas o axiomas *a priori*, y iii) las inferencias o deducciones científicas se guían más por la razón que por la experiencia. En los §§ 6-8 examino las implicaciones de cada una dentro de la tesis más general de que la ciencia cartesiana es fundamentalmente racionalista, y argumento que es posible interpretar las puntualizaciones de Descartes sobre las ideas innatas, axiomas y deducciones sin comprometer el papel de la experiencia en la ciencia.

En el § 9 explico un sentido más (aparte de los ya mencionados en el § 5) en el que Descartes mantiene sus reservas sobre la importancia de la evidencia experimental en la ciencia; y son precisamente estas reservas las que motivan su preferencia de la razón sobre la experiencia.

§ 6. *Ideas innatas*

Descartes afirma que algunas de nuestras ideas son innatas y mantiene —en las *Reglas*— la teoría de que la ciencia debe basarse en esencias simples conocidas a través de la intuición. La referencia, casi accidental, en la Tercera Meditación al concepto astronómico de sol como una idea innata, refuerza la sospecha de su compromiso con algún tipo de teoría innatista aunque emerja de forma accidental más que a través de formulaciones explícitas². Desde el punto de vista de la metodología científica más pronto o más tarde surge la cuestión de en qué sentido piensa Descartes que algunas, o todas, nuestras ideas científicas son independientes de la experiencia.

En cierto sentido es fácil decir qué es lo que no quiere decir Descartes con su teoría innatista. No quiere decir —en contra de lo que afirma Jacques de Rives— que antes de que comience cualquier

² Véase Cottingham, *Conversation with Burman*; para esta posición páginas xxxiii-xxxiv.

aprendizaje haya «nociones, imágenes mentales e ideas acerca de Dios implantadas por la naturaleza... en la mente humana» (VIII-2, 365). A esta sugerencia Descartes responde en las *Notas Contra un Programa* que considera tal teoría «patentemente absurda y falsa». Más explícitamente:

Nunca he escrito o pensado que tales ideas fueran reales, o que fueran, de alguna forma no conocida, imágenes mentales distintas de la facultad de pensar; de hecho, más que ningún otro, me he opuesto a tal clase de entidades escolásticas vacías, de tal modo que apenas soy capaz de contener la risa cuando veo el caudal de evidencias que (nuestro oponente) ha acumulado para probar que los niños no tienen en el seno materno una idea real de Dios, como si esto fuera una espectacular refutación de mis teorías (VIII-2, 366).

Este punto se repite, de forma ambigua, en la *Conversación con Burman*, donde el autor afirma que no contamos con evidencia alguna para creer que el niño tiene una idea *real* de Dios.

Sería imprudente mantenerlo, ya que no tenemos ninguna evidencia relevante sobre ello. No parece, en cualquier caso, probable que así sea, ya que en la infancia la mente está tan embebida en el cuerpo que los únicos pensamientos que tiene son aquellos que son consecuencia de cómo se afecta al cuerpo. (Cottingham, p. 8.)

Esto podría interpretarse, como lo ha hecho Cottingham, como una puerta abierta a las ideas innatas en el niño, con la puntualización de que el niño está tan absorto por asuntos más mundanos que es incapaz de advertir sus ideas innatas. Sin embargo, podríamos con la misma facilidad interpretar este texto (en caso de reflejar fielmente la opinión de Descartes) como una total ausencia de toma de posición respecto al tema de si las ideas innatas son reales o potenciales. Incluso en el caso de que el niño poseyera ideas innatas —aunque esto habría que matizarlo—, la posición de Descartes sería ésta: la principal diferencia entre el adulto y el niño es que el pensamiento metódico y capacitado del adulto puede hacer explícitas sus ideas innatas, mientras que la mente del niño está sumergida en asuntos más primordiales e inmediatos³. Esto coincide también con las Anotaciones a los *Principia* en donde se rechaza la realidad de las ideas innatas:

No interpreto que (las ideas innatas) estén siempre realmente representadas en algún lugar de la mente, del mismo modo que los versos se encuentran en un libro de Virgilio (XI, 655).

³ Cf. *Principia*, VIII-1, 35-36, que es consistente con esta interpretación.

Si Descartes no quiere decir que el niño tenga ideas reales (como la idea de Dios) en la mente, en el momento de su nacimiento, ¿qué pretende decir cuando dice que el hombre nace con la capacidad de adquirir ideas? Esto parece ser todo lo que afirma cuando dice: «Nunca he escrito o creído que la mente necesite ideas en el sentido de algo distinto de su capacidad de pensar» (VIII-2, 357).

Un aspecto consistente de su teoría, que es parte de la hipótesis del innatismo, es que las ideas no pueden reducirse a los estímulos sensoriales que las causan, o a los estados cerebrales que las acompañan. Quizás Descartes no sintiera la necesidad de subrayar este aspecto de su teoría dada su descarada adopción del dualismo. Sin embargo, aún queda sitio para la ambigüedad en su teoría de las ideas, precisamente en lo que se refiere a considerar que las ideas tienen como causa la estimulación sensorial, y al referirse como ideas a las huellas cerebrales que resultan de tales estímulos⁴. Una vez que acepta la inexplicable relación causal entre la estimulación sensorial y la aparición de ideas apropiadas en la mente, Descartes querría aclarar el *status* especial de estas ideas frente a sus causas; y para ello llama a todas las ideas de la mente innatas.

El argumento de esta postura es el siguiente:

Cualquiera que advierta correctamente hasta dónde llegan nuestros sentidos, y qué precisión puede alcanzar nuestra capacidad de pensar a través de los sentidos, deberá admitir que las ideas de las cosas, de la manera en que nosotros formamos estas ideas en nuestro pensamiento, no nos son presentadas por los sentidos. Mucho más teniendo en cuenta que no hay nada en nuestras ideas que no sea innato para la mente o para la facultad de pensar, exceptuando aquellas circunstancias que pertenecen al campo de la experiencia (VIII-2, 358).

El argumento puede resumirse del siguiente modo. Está claro que hay unas condiciones especificables, bajo las cuales, una idea es provocada en la mente humana por estímulos extramentales, aunque lo que se transmite del estímulo exterior no es más que una perturbación física de los nervios y eventualmente del *sensus communis*. Las entidades mentales, como las ideas, tienen una naturaleza distinta de los patrones físicos que las acompañan, por lo tanto, incluso aquellas ideas que son provocadas por estímulos extramentales y están correlacionadas con ellos, son innatas, en el sentido de que son irreducibles al tipo de realidad que las provoca en la mente:

Nada alcanza nuestras mentes desde los objetos externos a través de los órganos de los sentidos, excepto algunos signos corporales... (las ideas) no tie-

⁴ Véase VII, 160-61; *Discourse*, VI, 55.

nen ninguna similitud con los signos corporales..., por lo tanto se sigue que las ideas de estos signos y representaciones son innatas en nosotros (VIII-2, 359)⁵.

Esta irreductibilidad del significado de «innato» será designada a partir de ahora como «innato₁». Para Descartes el innatismo₁ de las ideas se sigue de una serie de consideraciones acerca de la inmateria- lidad de la mente, la universalidad de los conceptos en oposición a las imágenes y la perfección de los conceptos comparada con los ejem- plos imperfectos de los mismos que se encuentran en la realidad física. Es importante destacar respecto al innatismo₁: i) que se aplica indiscriminadamente a todas las ideas, y ii) que no es una tesis espe- cíficamente cartesiana, sino que representa el innato por parte de Descartes de determinar la distinción entre categorías conceptuales y no conceptuales, lo cual es consistente con el dualismo.

Entre nuestras ideas, todas ellas innatas₁, Descartes aún distingue aquellas que siendo innatas son adquiridas o construidas⁶. A la sub- división de las ideas que llamamos innatas en un sentido más restrin- gido las denominaremos innatas₂. Descartes no proporciona más que algunas indicaciones de lo que quiere decir con «innato» en este se- gundo sentido del término.

Hay tres categorías de ideas innatas₁:

- a) aquellas ideas que surgen en la mente como consecuencia de estímulos extramentales (es decir, las ideas adquiridas);
- b) aquellas ideas que son construidas como resultado de la com- binación de ideas simples. Este proceso no precisa necesariamente el empleo de la imaginación y la memoria, dependiendo del tipo de ideas que se combinen. Estas son las que llamamos ideas construidas;
- c) aquellas ideas que se encuentran en el intelecto y que no per- tenecen a ninguna de las dos categorías anteriores. Estas son las ideas innatas₂.

Esta distinción se encuentra, entre otros sitios, en las *Notas con- tra un Programa*:

Cuando me di cuenta de que tenía ciertos pensamientos que se derivaban, no de objetos externos o de cualquier determinación de mi voluntad, sino

⁵ Se ha cambiado el orden de estas tres proposiciones respecto al del texto original, para presentar mejor el argumento. Un argumento semejante, en favor del innatismo de las ideas, basado en la disparidad entre los datos de nuestros sentidos y el carácter intelectual de las ideas, se encuentra en Descartes a Mersenne, jul. 22, 1641 (III, 418).

⁶ Cf. Gilson, *Discours*, pp. 327-30.

exclusivamente de la facultad de pensar que poseo, denominé a estas ideas o nociones que son las formas de estos pensamientos «innatas», para distinguirlas de aquellas que son adquiridas o construidas (VIII-2, 357-8)⁷.

Para explicar con más profundidad la procedencia de estas ideas innatas₂, Descartes recurre a la idea de una existencia potencial que puede ser llevada a cabo mediante las actividades propias del intelecto. Por supuesto la noción de la potencialidad de tener ideas no es mucho más clara que la idea del innatismo. Descartes explica que, así como un pedazo de cera posee la potencialidad de tener distintas imágenes impresas sobre él, la mente humana tiene la potencialidad de tener distintas ideas, y, en este sentido, puede decirse que posee ideas innatas⁸. Con todo, las ideas innatas, según esta explicación, no son realmente distintas de la mente misma, ya que la capacidad de tener ideas está incluida en la definición de la mente humana. Descartes parece corroborar esta conclusión:

Las ideas que no provienen de ninguna otra parte más que de nuestra capacidad de pensar... son por tanto innatas en nosotros con esa facultad, o lo que es lo mismo, existen en nosotros en potencia; ya que una facultad dada no implica ser en acto, sino en potencia, desde el momento que el término «facultad» no designa otra cosa que una potencialidad (VIII-2, 361).

Por tanto, postular la existencia de ideas innatas es afirmar «tan sólo que poseemos la facultad de obtener ideas» (VII, 189). Esta aclaración es suficientemente vaga como para ser aplicada a todas las ideas por su condición de innatas, ya que poseemos la capacidad o potencialidad de adquirir cualquiera de las tres categorías de ideas antes mencionadas y esto las hace igualmente innatas.

En otros textos, sin embargo, encontramos la insinuación de que las ideas innatas₂ son consecuencia de una disposición o propensión natural de la mente humana para concebir una clase particular de ideas entre las muchas posibles, y llevarlas a cabo independientemente de cualquier agente extramental. Así, en las *Notas contra un Programa*, el innatismo de las ideas es descrito como algo parecido al innatismo de una enfermedad a la cual se tiene una propensión natural. Las ideas son innatas:

⁷ La misma distinción se halla en la *Meditations* (VIII, 37-8), y en las Anotaciones a los *Principia* (XI, 655). La carta a Voetius (VIII-2, 166-7) aclara que la mente no es explícitamente capaz de estas ideas innatas antes de algún tipo de actividad intelectual, y que son conocidas sin contribución experimental alguna («absque ullo sensuum experimento»).

⁸ Esta analogía se halla en las Anotaciones a los *Principia*, donde se dice que las ideas innatas existen en la mente «potentia duntaxat» (XI, 655).

En el mismo sentido en el que decimos que la generosidad es innata en ciertas familias o la gota lo es en otras... no es que los niños de estas familias sufran estas enfermedades desde que están en el útero materno, sino más bien que nacen con cierta disposición o facultad para contraer tales enfermedades (VIII-2, 358).

Este análisis del innatismo como propensión implica algo más que la simple posibilidad de tener ciertas ideas. Implica que hay algo realmente presente en la mente humana que favorece el surgimiento de las ideas innatas₂ en el niño cuando se cumplen unas determinadas condiciones.

El intento de aclarar este sentido de potencialidad lleva a Descartes a comparar las ideas innatas₂ en el niño a la condición de un adulto que tiene muchas ideas en las que no está pensando en un momento dado⁹. Por ejemplo, una persona que ha ejercido sus facultades intelectuales durante algún tiempo, ha tenido la experiencia de formular juicios, denegar proposiciones, ponderar decisiones, etc., y por tanto puede decirse que tiene las ideas innatas de verdad, duda, certeza. Esto nos lleva a decir que el ejercicio de las facultades cognitivas es por sí mismo suficiente para producir, en una mente reflexiva, los conceptos de verdad, duda, etc. Estas ideas son innatas₂ en el sentido de que no se derivan de ninguna experiencia sensorial; al mismo tiempo, la mente no tiene necesariamente que ser consciente de ellas en todo momento y de una manera explícita. Lo que Descartes quiere decir cuando afirma que tenemos ideas innatas₂ es que tenemos la propensión de generar tales ideas espontáneamente en la mente como reflejo de nuestras actividades intelectuales.

La discusión hasta ahora indica que Descartes utiliza la palabra «innato» para caracterizar dos aspectos distintos de las ideas; todas las ideas son innatas, y ésta es una tesis metafísica sobre la irreducibilidad de las ideas (intelectuales) a los estímulos físicos o estados cerebrales que frecuentemente ocasionan su aparición en la mente. Entre las ideas innatas₁ algunas son aún más independientes de la experiencia, en tanto que la mente puede llegar a tenerlas como reflejo de su propia actividad intelectual o por inferencia a partir de esos mismos reflejos. En este sentido, la idea de verdad, duda o pensamiento son adquiridas, como lo es la idea de alma¹⁰. Incluso la idea

⁹ Esta analogía se sugiere en una carta a un corresponsal desconocido, fechada en agosto de 1641: «El niño no tiene menos idea de Dios, de sí mismo y de todas las verdades que se dice son conocidas *per se*, que la que tiene el adulto cuando no les presta atención» (III, 424).

¹⁰ «(Las ideas) son puramente intelectuales y son conocidas por el intelecto gracias a una luz innata sin asistencia alguna de la imaginación corpórea; pues es cierto que hay algunas ideas de éstas y uno no puede imaginar

de Dios es innata², en el sentido de que puedo llegar a tener la idea de un ser perfecto como reflejo de mi propia imperfección:

Dios, al crearme, colocó en mí esa idea igual que la marca del artesano está impresa en su obra. Y no es imprescindible que esa marca sea distinta de la obra misma, ya que por el mismo hecho de haberme creado, es muy plausible que haya sido creado de alguna manera a su imagen y semejanza, y esta semejanza, *que contiene la idea de Dios*, puede ser percibida por mí a través de la misma facultad con la que me percibo a mí mismo (VII, 51; las cursivas son mías).

Plausible o no, esta indicación es razonablemente clara. Nacemos con la idea de Dios en el mismo sentido en que nacemos con la idea de nosotros mismos¹¹; como reflejo de nuestras facultades mentales podemos generar la idea de un ser pensante, igual que hace Descartes en las *Meditaciones*, y por extensión podemos generar la idea de Dios. Lo que no podemos hacer es percibir a Dios en el sentido en el que percibimos el calor, el frío o los objetos físicos. El término «innato²» de Descartes es una manera de señalar el *status* epistemológico especial de algunas de estas ideas¹².

Dejando a un lado las divergencias, podemos mirar la hipótesis del innatismo como una interesante distinción filosófica más que como una teoría epistemológica. Sin embargo, Descartes complica la situación afirmando que, aparte de las ideas, existen algunos axiomas y nociones básicas que son también innatos¹³; y, al distinguir entre las ideas que implican un juicio y las que no, puede afirmar más adelante que todos los axiomas conocidos de forma innata son ciertos¹⁴. Aún más sorprendente es la indicación, repetida en las *Reglas*, de que los conceptos de explicación básicos de la ciencia sólo pueden conocerse mediante «pura intuición». En otras palabras, parece como

ninguna imagen corporal que pueda representarnos qué es el conocimiento, o la duda o la ignorancia... y cosas semejantes» (X, 419).

¹¹ «(La idea de Dios) tiene que ser innata en mí, del mismo modo que es innata la idea de mí mismo» (VII, 51).

¹² Una buena indicación de cómo podemos interpretar a Descartes se halla en sus inmediatos seguidores en Francia, al menos en aquellos que se proclamaban acordes con él. Por ejemplo, Pierre-Sylvain Régis (1632-1707) defiende la opinión de que «todas nuestras ideas nos llegan por la sensación... Así, la idea de Dios nos viene por la sensación... Cuando digo que las ideas de Dios, alma y cuerpo son innatas, no quiero decir que son independientes del cuerpo, lo que quiero decir solamente es que estas ideas están siempre en el alma explícita o implícitamente» (*L'Usage de la raison et de la foy, ou l'accord de la foy et de la raison*, París, 1704, pp. 21-27).

¹³ Véase VIII-2, 357, 358 y 359; la *Conversación con Burman* (Cottinham), p. 3.

¹⁴ VIII-1, 9.

si el innatismo fuera mucho más omnipresente e importante para Descartes de lo que las consideraciones anteriores permiten imaginar.

Las características innatas de los axiomas o nociones comunes se discutirán con mayor atención en la sección siguiente. Antes de abordar este tema: el *status* peculiar de las «naturalezas simples» en las *Reglas*, deberemos introducirlo con una cuestión in mente: ¿en qué sentido son innatas estas naturalezas simples, y qué es lo que Descartes habrá querido decir con la «intuición» de tales naturalezas simples?

Naturaleza simple

La palabra «innato» no aparece en ningún momento en las *Reglas*; sin embargo, entre las naturalezas simples que se proponen como fundamentales, algunas son conocidas «mediante cierta luz que está en nosotros» (X, 383)¹⁵ y esto es lo bastante parecido a innato como para requerir nuestra atención más adelante. De momento, la cuestión principal que surge es hasta qué punto actúa esta «cierta luz» descubriendo nuevas ideas innatas aparte de las que hemos mencionado anteriormente, y especialmente en qué sentido la *intuitus* de las *Reglas* parece incluir todas las ideas bajo la perspectiva reveladora de la luz natural de la razón.

La interpretación de las *Reglas* y el *Discurso* es problemática, por las razones que subrayamos anteriormente en el capítulo 1. Pero además, teniendo en cuenta que las *Reglas* están obviamente incompletas, y el *Discurso* es aparentemente una remodelación de un borrador anterior, resulta inverosímil pensar que es posible leer simplemente los textos tal cual y saber inmediatamente qué es lo que Descartes quiere decir con ellos. A pesar de estas advertencias, es necesario anticipar la discusión ulterior y decir algo en este punto sobre el papel de las naturalezas simples en la ciencia y su posible relación con las ideas innatas.

La discusión de las naturalezas simples aparece en el Libro I de las *Reglas*, que originalmente se interpretó como el resumen general de un método que se considera adecuado para cualquier empresa científica. En otras palabras, la discusión del Libro I no puede ser específica para las matemáticas, la física o la metafísica; más bien

¹⁵ Cf. la traducción de Jean-Luc Marion, en *Règles utiles et claires pour la direction de l'esprit en la recherche de la vérité*, p. 19: «Il faut remarquer deuxièmement qu'il n'y a que bien peu de natures pures et simples, qu'il soit permis de regarder d'abord et par elles mêmes, soit par une certaine lumière mise en nous».

debe mantenerse en un nivel general, de modo que pueda aplicarse, con las consiguientes limitaciones, a cualquier disciplina de naturaleza científica (queriendo decir con científica: productoras de conocimiento cierto). La falta de especificidad en este punto de la discusión resulta muy obvia en el caso de las naturalezas simples, ya que «naturaleza simple» es característicamente cualquier cosa que admitimos en ciencia como inanalizable. Esta idea es corroborada por la distinción que hace Descartes entre aquellos elementos que son ellos mismos simples, y aquellos que son simples en relación con el investigador humano. A estos últimos es a los que se refiere en la regla 12, es decir, a los elementos de una ciencia que son simples *quoad nos*.

Decimos... que es necesario considerar cada cosa de forma distinta cuando hablamos de ella en relación con nuestro conocimiento, que en tanto que existe por sí misma... Ya que estamos en este punto considerando las cosas en tanto que las percibimos a través del conocimiento, aplicaremos el término «simple» tan sólo a aquellas que son tan claras y distintamente conocidas, que la mente no puede hacer una mayor distinción de ellas en partes conocidas (X, 418) ¹⁰.

Las naturalezas simples se definen más adelante por referencia a su papel en la explicación. Puede haber ideas de operaciones puramente intelectuales tales como pensar o dudar, ideas de objetos materiales, o incluso ideas que se aplican a la materia y al espíritu indistintamente.

En segundo lugar, decimos que aquellas cosas que denominamos simples en relación con nuestro conocimiento, son: puramente materiales, o puramente intelectuales, o participan de ambas (X, 419).

Las naturalezas simples pueden incluso abarcar reglas de inferencia, que se clasifican también como nociones comunes (X, 419). Lo que es común a todas las naturalezas simples, tanto conceptos como proposiciones, es que son claramente inaccesibles a un mayor análisis para el investigador que las observa. Descartes no proporciona un criterio efectivo para reconocerlas una vez alcanzado el límite de análisis posible. Lo que afirma, más modesta y razonablemente, es que en cualquier punto de una investigación científica hay algunos conceptos o proposiciones en términos de los cuales

¹⁰ La misma distinción de simple en sí mismo y *quoad nos* se establece en la *Recherche de la vérité*, X, 504-5. La simplicidad *quoad nos* se reproduce en las *Regulae*, X, 420, y 422.

se analizan o garantizan otros, y ellos mismos no son susceptibles de un mayor análisis o cuestión.

Que haya naturalezas simples, o que el concepto de naturaleza simple sea explicativo, es una afirmación hipotética reconocida como tal por Descartes, y que sólo puede ser confirmada evaluando el éxito del método propuesto en las *Reglas*. En un comentario raramente mencionado sobre su propio proceder al analizar el método científico, Descartes se refiere conscientemente a la tradición de salvar los fenómenos en Astronomía. Propone una analogía entre las naturalezas simples y los imaginarios círculos y epiciclos de los astrónomos; no se pide una mayor realidad a las naturalezas simples de la que se requiere para proporcionar una justificación explicativa del conocimiento científico humano:

Aquí, como en casos anteriores, debemos suponer varias cosas que pueden no ser aceptadas por todos: en cualquier caso, no es muy distinto aceptar que son tan verdaderas como lo son los círculos imaginarios que los astrónomos emplean para describir los fenómenos, ya que, con su ayuda, podemos distinguir qué conocimientos acerca de cualquier materia son verdaderos y cuáles falsos (X, 417).

La teoría de las naturalezas simples, como hipótesis metodológica, será discutida más adelante, de momento la cuestión es saber si todas las naturalezas simples son conocidas a través de la intuición intelectual, o lo que es lo mismo, si las naturalezas simples (sean lo que sean) son necesariamente innatas.

Si prescindimos de momento del estatus de las naturalezas simples proposicionales o axiomas, y nos centramos sólo en las naturalezas simples que son conceptos no proposicionales, la evidencia textual que aparece en las *Reglas* está de acuerdo con la distinción habitual de Descartes entre ideas innatas e ideas adquiridas. Las naturalezas simples de carácter conceptual son adquiridas, ya sea a través de la experiencia sensorial ya sea por pura intuición¹⁷. Cuando dividimos en tres tipos las naturalezas simples, puramente

¹⁷ X, 383. «Es necesario notar, en segundo lugar, que hay pocas naturalezas puras y simples que podamos intuir primaria y absolutamente, independientemente de todas las demás, ya en las distintas experiencias reales o por medio de alguna luz innata en nosotros». Descartes enumera las fuentes del conocimiento humano como experiencia o deducción, y las fuentes del conocimiento científico como *intuitus* y deducción. En consecuencia, *intuitus* debe ser una forma especial de experiencia fiable. Cuando en X, 389, contraponen experiencia e *intuitus*, se puede suponer que por «experimentis» entiende algún tipo de experiencia sensible que no puede ser calificada de «luz innata de la mente».

intelectuales, materiales o mixtas, las puramente intelectuales pueden ser conocidas «mediante cierta luz innata» (X, 419), mientras que las mixtas pueden conocerse «mediante el puro intelecto o mediante la misma facultad que conoce las imágenes de los objetos materiales» (X, 419-20). Para Descartes parece casi redundante tener que añadir que las materiales son conocidas del modo que se adquieren las ideas de cualquier objeto físico o acontecimiento —es decir, por la unión de la experiencia sensorial con el conocimiento.

En el texto de las *Reglas* hay algunas indicaciones claras de que el autor supone que la teoría acerca de las naturalezas simples no implica que el acceso a los conceptos explicativos de la ciencia física sea exclusivamente no experimental:

a) En la regla 12, Descartes recomienda que la idea simple de un cuerpo material puede tenerse mejor produciendo en la imaginación una imagen distinta del objeto; «y para lograr esto más satisfactoriamente, debe presentarse a los sentidos externos el objeto mismo que la idea representa» (X, 417).

b) Siempre y cuando se siga el método propuesto, habrá tan sólo una forma en la que se pueda fracasar en la consecución del conocimiento cierto propio de la ciencia: «cada vez que dedique su mente a la comprensión de algo, lo descubrirá directamente o advertirá que depende de alguna experiencia (*ab aliquo experimento*) que no está dentro de su alcance» (X, 400). Si la ciencia cartesiana se basara exclusivamente en las ideas innatas y las inferencias deductivas, no habría obstáculos inevitables en ausencia de los «*experimenta*».

c) En la regla 14 encontramos un texto, casi en el mismo espíritu de Hume, en el sentido de que muchos conceptos básicos no pueden ser adquiridos por aquellos que carecen de las facultades sensoriales fundamentales. Así, los ciegos de nacimiento no pueden adquirir la idea de los colores primarios.

Si alguien es ciego de nacimiento, no hay esperanza de que podamos jamás, por más argumentos que empleemos, hacerle percibir las auténticas ideas de los colores que nosotros hemos obtenido de nuestros sentidos. Si en algún caso fuera posible que percibiera al menos los colores primarios alguna vez, sin contemplar los intermedios o las mezclas, sería posible que pudiera construir imágenes de esos colores intermedios, que no ha visto, mediante algún tipo de deducción a partir de los que sí ha visto (X, 438).

d) Por último, en el resumen general del Libro I, en la regla 12, Descartes requiere la ayuda de todas y cada una de las

cuatro facultades de conocimiento en cada momento de la construcción de una teoría científica:

Por último, es necesario valerse de toda la ayuda que el conocimiento, la imaginación, los sentidos y la memoria proporcionan; para una comprensión distinta de las proposiciones simples; para comparar adecuadamente lo que se buscaba y lo que se sabe; y para encontrar aquellas cosas que tienen que ser comparadas entre sí; de modo que ningún tipo de esfuerzo humano quede sin explorar (X, 410).

Estos textos indican que no se añade nada a la hipótesis innatista de Descartes con la teoría de las naturalezas simples. Precisamente aquellas ideas que son descritas en otras partes como innatas, como las ideas de duda o ignorancia, son reconocidas también en las *Reglas* como innatas¹⁸ o como puramente intelectuales (X, 419). Por otro lado, aquellas ideas que en otro lugar son consideradas resultado de nuestra experiencia sensorial, son del mismo modo clasificadas como naturalezas simples materiales en las *Reglas*, y son adquiridas, como de costumbre, a través de la experiencia sensorial. Lo que parece conflictivo aquí es la indicación de que todas las naturalezas simples se adquieren mediante la acción del «*pure intuitus*», a pesar de su origen sensorial. Sin embargo, no se trata más que de la ya familiar tesis cartesiana de que todas las ideas son innatas¹⁹, es decir, que es tan sólo en el conocimiento, no en los sentidos, donde tenemos las ideas, cualquiera que sea su tipo; y estas ideas son irreducibles a sus causas sensoriales.

La perspectiva y funciones de este *intuitus* cartesiano, especialmente en la identificación de los axiomas o nociones comunes, se aborda en la siguiente sección.

§ 7. Axiomas e intuitus

Es una tesis cartesiana bien conocida por todos los lectores familiarizados con las *Meditaciones* que el conocimiento intelectual es el único posible. Por ejemplo, la pieza de cera, que se discute en la Segunda Meditación, se comprende mediante una «*inspectio mentis*» (VII, 31)¹⁸. Esto está de acuerdo con la teoría innatista, de Descartes: el conocimiento conceptual sólo es atribuible a las facultades intelectuales, y la inspección o percepción de la mente es una forma vaga pero útil de referirse a esa tesis. Mi deseo es

¹⁸ Véase también *ibid.*, «*mentis inspectio*» (VII, 32).

argumentar en favor de la tesis de que el uso del *intuitus* en las *Reglas* es una visión temprana de la misma tesis.

La relativa escasa frecuencia del término «*intuitus*» en otras partes de la obra de Descartes sirve solamente para resaltar la importancia del concepto en las *Reglas*¹⁹. Podría obtenerse alguna indicación de lo que Descartes quiere decir con «*intuitus*» a través de la comparación con otros procedimientos cognitivos, así como estudiando cómo actúa en relación con las naturalezas simples y las inferencias lógicas.

El *intuitus* es comparado con la deducción y la inducción como una de las dos únicas operaciones fiables que tienen como resultado conocimiento científico²⁰. Es una forma intelectual de ver, y las bases metafóricas del término están claras en el uso que hace de la percepción visual como un modelo para el *intuitus* (X, 400, 454); el *intuitus* es una forma de ver con los ojos de la mente (X, 425, 427). En contraste con las inferencias, que normalmente presuponen el examen de las relaciones entre series completas de proposiciones, el *intuitus* está restringido a la comprensión de proposiciones individuales (X, 369, 370, 389, 407, 408, 425); o a la visión de la conexión necesaria entre dos preposiciones (X, 369, 370, 389, 407, 425, 459, 460). Un *intuitus* no es un juicio (X, 420) y por tanto no posee valor de verdad (X, 432). Esto coincide con la teoría habitual de Descartes respecto a que los juicios presuponen un acto de la voluntad, mientras que el *intuitus* es un estado de conocimiento anterior a la afirmación o a la negación. No nos sorprende, pues, el encontrar al *intuitus* equiparado con la percepción clara y distinta (X, 366, 400, 407).

Cuando llega el momento de dar una definición explícita, Descartes advierte que está empleando las palabras en un sentido nuevo:

Además, de modo que nadie pueda molestarse por este nuevo uso de la palabra (*intuitus*), así como de otras cuyo uso acostumbrado me verá obligado a modificar en las páginas siguientes, advierto que no estoy pensando en absoluto de la manera en que estos términos han sido empleados por las escuelas en los últimos años, ya que sería muy difícil emplear las mismas palabras y querer decir con ellas algo completamente distinto. A cambio, doy el significado de cada término en latín, de forma que cuando carezco de la

¹⁹ Hay treinta y tres referencias al *intuitus* en las *Regulae* y además treinta y tres formas del verbo *intueri* en el espacio relativamente breve de un texto de 109 páginas.

²⁰ X, 366, 368, 369, 370, 372, 400, 425.

palabra adecuada, empleo aquella que parece tener un significado más próximo a lo que deseo decir (X, 369)²¹.

El intento de proporcionar una definición explícita del sentido cartesiano del término «*intuitus*» se encuentra en la regla 3, unas cuantas líneas más arriba que el texto que acabamos de citar:

Al decir «*intuitus*», no me refiero a la fluctuante evidencia de los sentidos, ni al juicio ilusorio de la imaginación, cuando se combinan de forma correcta, más bien me refiero a la comprensión de una mente pura y atenta, algo tan simple y distinto que no da lugar a dudas respecto a lo que comprendemos. O lo que es lo mismo, al conocimiento indudable de una mente pura y atenta, que se deriva únicamente de la razón, y que es más cierto aún que la deducción... Así, cualquiera puede conocer intelectualmente que existe, que piensa (X, 368).

A partir de este texto podemos interpretar, tanto que Descartes: a) niega la importancia de los sentidos y la imaginación en cuanto al *intuitus* se refiere, como que, b) podemos definir el término por referencia a las funciones características o el modo en que se comportan los sentidos y la imaginación. En el capítulo 7 definiendo que no es la opción a) la que Descartes propone; por el momento bastará una pequeña evidencia para justificar el adoptar la opción b). La discusión de la refracción óptica, en la Regla 8, incluye la indicación de que la fuerza natural es inteligible por medio del *intuitus mentis*. La regla siguiente nos lo aclara cuando explica que podemos lograr tal *intuitus mentis* cuando reflexionamos sobre los cuerpos físicos ordinarios que se mueven en el espacio²². Esto es corroborado más adelante en una carta a Mersenne de 1638. Descartes admite en la *Dióptrica* que la refracción de la luz puede comprenderse por analogía con las pelotas de tenis desviadas o refractadas al chocar con un objeto sólido. Defendiendo esto, escribe a Mersenne: «Lo que afirmo haber demostrado sobre la refracción depende... sólo de mi suposición de que la luz es una acción o una fuerza que sigue las mismas leyes que el movimiento local» (II, 142-3). Así, lo que se denomina en las *Reglas*, un *intuitus mentis* es, en términos corrientes, un reflejo de lo que

²¹ Véanse también los textos reunidos por J. L. Marion, en *Regles*, pp. 119-26, que ilustran algunos de los sentidos en que se usaba «*intuitus*» en las escuelas. «Descartes se situe donc face à une position précise, constante et repérable, qui comprend la sensation elle-même comme, dans certains cas au moins, dépositaire de l'*intuitus*. Il recuse donc une thèse historiquement constatable» (pp. 121-2).

²² X, 402.

ocurre cuando los objetos físicos sufren movimientos locales. Incluso para Descartes esta comprensión presupone una familiaridad experimental con aquello sobre lo que se está reflexionando.

El uso que hace Descartes de expresiones tales como «*intuitus purus*» (X, 440) tiene efectivamente connotaciones bastante desafortunadas para el lector contemporáneo, connotaciones de un tipo de visión directa no empírica de la esencia o de otros ejemplos ontológicos igualmente sospechosos. Debiera ser interpretado más bien como un término para referirse a la dimensión intelectual del conocimiento humano, que Descartes desea contemplar como un dato inanalizable de nuestra experiencia. El carácter inanalizable del conocimiento se refleja por comparación con la naturaleza discursiva de las inferencias y, por otro lado, mediante la analogía que establece con el acto de ver. Está dirigido a las naturalezas simples (X, 379) y proporciona un paradigma de certeza (X, 366, 389, 400); de hecho, no es más que una formulación temprana de la teoría de la percepción clara y distinta. Esto reaparece en el *Discurso* cuando Descartes afirma que «nuestra imaginación y nuestros sentidos no podrían jamás lograr que estuviéramos seguros de algo si no interviniera nuestro entendimiento (*entendiment*)» (VI, 37)²³; y encuentra su más genuina expresión en las *Meditaciones*, en el ejemplo de la cera: «no puedo comprender qué es esta cera, a través de mi imaginación; sólo soy capaz de comprenderlo (*quid sit... percipere*) empleando mi mente» (VII, 31). Es casi como si Descartes dijera: el intelecto es la facultad de entender, y al más simple o primitivo acto de entender de los que realiza el intelecto es a lo que deseo llamar un *intuitus*; y puesto que es el acto más básico del entendimiento intelectual, no puede analizarse en partes componentes y, a la fuerza, no es definible por referencia a los sentidos o la imaginación.

Este acto intelectual básico de entender es empleado por Descartes para interpretar conceptos, pero también para aprehender relaciones conceptuales entre conceptos, o relaciones inferenciales entre proposiciones. Es en este sentido en el que uno entiende (*intueri*) que piensa o existe (X, 368). La función del *intuitus* a la hora de comprender proposiciones se comprende mejor en relación con un ejemplo, tal como la afirmación: «la materia es extensiva» es necesariamente verdadero.

²³ Cf. *Discurso*, VI, 39: «Nunca debemos persuadirnos por más que por la evidencia de la razón. Y nótese que digo «de la razón» y no de la imaginación o de los sentidos.»

La Regla 12 explica la necesaria conexión entre las naturalezas simples como sigue:

Decimos que la unión de dos naturalezas simples... es necesaria cuando una de ellas está tan implícita en el concepto de la otra, que no somos capaces de concebir ninguna de ellas si las consideramos separadamente; de este modo, la figura está unida a la extensión... porque es imposible concebir una figura que carezca de extensión (X, 421).

Esta explicación vaga de la unión necesaria de las naturalezas simples se aplica a la materia y a la extensión en la regla 14:

Consideremos la frase: «un cuerpo tiene extensión», donde interpretamos que «extensión» quiere decir algo distinto de cuerpo. A pesar de esta (diferencia de significado) no podemos formar dos ideas distintas en nuestra imaginación, una del cuerpo y otra de su extensión, sino una sola idea: de un cuerpo extenso. Y no hay ninguna diferencia desde el punto de vista del objeto en decir: «el cuerpo es extenso» o «lo que es extenso es extenso». Esta es una característica de aquellas entidades que existen sólo en otro ser y que no pueden pensarse sin un sujeto (X, 444).

Este texto implica que la «materia» y la «extensión» no son sinónimos en su contenido y por tanto que la proposición de que la materia es extensa no es analíticamente verdadera²⁴. Un argumento similar encontramos en los *Principia* (Parte I, 1x-1xiv), donde Descartes desarrolla la distinción entre identidad real e identidad conceptual. En esta terminología los conceptos de materia y extensión no son idénticos, pero en la realidad no hay ninguna diferencia entre sus referentes; ¡y esto es decidido recurriendo a la imaginación! Ya que Descartes aparentemente no desea afirmar que la proporción «la materia es extensa» sea analítica, sería mejor clasificarla como una proporción sintética *a priori*; y de este modo el problema de cómo justificar tales afirmaciones *a priori* se torna aún más agudo que antes.

Este es otro caso en donde el *intuitus* o entendimiento es demasiado acomodaticio a la complejidad de la situación. Descartes,

²⁴ Descartes no siempre es consistente a este respecto. Así escribe a Merenne en sept. 30, 1640, que «un átomo no puede ser concebido distintamente, ya que el verdadero significado de la palabra envuelve una contradicción» (III, 191). Esto puede entenderse como una exageración más que como un cambio de teoría. Vuelve al mismo tema escribiendo a More, feb. 5, 1649, donde no afirma que el significado de las palabras pueda establecer la misma tesis: «en el mismo sentido, creo que implica una contradicción que puedan darse átomos que sean considerados como extensos y a la vez como indivisibles» (V, 273).

en alguna ocasión se refiere a lo que él llama axiomas o nociones comunes, tales como «ex nihilo nihil fit» o «impossibile est idem simul esse et non esse»²⁵, y no está muy claro si «la materia es extensa» es equivalente a estos axiomas desde el punto de vista de su justificación. De hecho, incluso el propio Descartes no está muy seguro de qué pensar acerca de los axiomas mismos, y su ambivalencia, a la hora de contemplarlos, es otra indicación de que piensa que el acto del entendimiento es más básico e importante que cualquier axioma, independientemente de lo obvio que éste sea.

Descartes aparentemente concede un papel muy importante a los axiomas en su carta a Plempius (dic. 20, 1637). Su interlocutor había leído la *Meteorología* y la *Dióptrica* y había malinterpretado el estatus hipotético de las suposiciones generales, sobre la materia y el movimiento, que inician estos ensayos. Como réplica, Descartes escribe:

Lo que digo en los primeros capítulos acerca de la naturaleza de la luz... no son mis principios, como usted parece objetar, sino más bien las conclusiones, que son probadas por todo lo que viene después... Los principios o premisas de las que derivó estas conclusiones son sólo los axiomas sobre los que los geómetras basan sus demostraciones; por ejemplo: «el todo es mayor que la parte», ...pero no están abstraídos de la materia sensible como en el caso de los que emplean los geómetras, sino aplicados a las diversas experiencias conocidas a través de los sentidos y que son indudables (I, 476).

Esto sugiere que los axiomas son mucho más útiles de lo que aparentan cuando los consideramos de forma abstracta. Pueden actuar como reglas de inferencia o, materialmente hablando, como verdades a priori que pueden conocerse por adelantado y con certeza, y aplicarse después a distintas disciplinas, incluida la física.

A pesar de esta indicación, no hay ejemplos de que Descartes recurra a tales axiomas en la elaboración o construcción de su teoría física. Efectivamente, construye argumentos más o menos a priori —que la materia es extensa y divisible, y que el espacio vacío es imposible, son ejemplos de tal razonamiento a priori. Pero ni siquiera en casos como éstos recurre a axiomas abstractos para decidir su postura. Y en esto coincide con su actitud cuando escribe a Clerselier, en 1646, que tales axiomas son «de escasa importancia y no nos hacen mucho más sabios» (IV, 444). La aparente inconsistencia en la evaluación que hace Descartes del valor de los axiomas

²⁵ Véase *Le Monde*, XI, 47; *Principia* IX-2, 35; VIII-1, 23; *Conversation with Burman* (Cottingham), p. 34.

se explica por el hecho de que el *intuitus* es fundamental para la justificación de los axiomas, así como de otras verdades a priori. Por consiguiente, los axiomas no tienen ningún estatus especial en la ciencia, si esto implica que son más ciertos que otras verdades necesarias que serían consideradas verdaderas mediante el ejercicio del *intuitus*. La impresión que se obtiene de la carta a Plempius es que la mente debe, de alguna manera, establecer en abstracto la veracidad de los axiomas y después aplicarlos a los diversos problemas físicos o matemáticos; una vez reconocido que los axiomas mismos se justifican mediante la *intuitus*, es un paso relativamente corto el admitir que, como verdades abstractas o formales que son, no juegan un papel importante en la ciencia física. Cualquier cosa que podamos probar mediante axiomas puede ser probada igualmente invocando al *intuitus*.

Así, el *intuitus* puede actuar en la comprensión de los conceptos básicos, así como en la comprensión de las relaciones necesarias entre conceptos, en donde la necesidad de la conexión proporciona una evidencia impecable de la verdad de los juicios que refieren de tales conexiones necesarias. Descartes asigna un tercer papel al *intuitus* en las *Reglas*, que es el de «ver» las relaciones lógicas entre proposiciones. Una vez discutido esto podemos afrontar la cuestión de la evaluación comparativa que hace Descartes de los papeles de la razón y la experiencia en el conocimiento científico.

§ 8. Razón e inferencia

Podríamos presuponer una respetuosa y racionalista deferencia hacia la lógica formal, por parte de Descartes, incluso a pesar de que él mismo contribuyera bien poco al desarrollo de la misma. Lo que encontramos, en cambio, es un rechazo, razonablemente coherente, de la lógica formal, como factor de escasa o nula importancia en el descubrimiento de la verdad en las ciencias.

Esta actitud hacia la lógica es evidente ya en las *Reglas*:

Quizá alguno se sorprenda de que estando como estamos buscando una manera segura de deducir una verdad a partir de otras, hayamos omitido cualquier mención de las reglas que según la opinión de los dialécticos rigen la razón humana. Estas dictan ciertas formas de discurso que origina tales conclusiones necesarias, que la mente (*ratio*), que confía en ellas, puede alcanzar la certeza meramente como resultado de las formas, incluso a pesar de que no sea capaz de considerar atenta y claramente las inferencias (X, 405-6).

Las formas de los silogismos no nos ayudan de ninguna manera a percibir la verdad acerca de las cosas (X, 440).

En el *Discurso* reafirma su postura sobre lo inadecuado de la lógica dialéctica o silogística:

En la lógica, sus silogismos y la mayoría de sus otras reglas sirven para explicar a los demás las cosas que uno ya sabe —e incluso, como en el arte de Lulio, para hablar con aparente autoridad sobre cosas que uno ignora— más bien que para aprenderlas (VI, 17).

En la aclaración que Descartes hace de este texto para Burman, suaviza su crítica al afirmar que sus objeciones deben considerarse como dirigidas a la dialéctica más que a la lógica:

Esta (objeción) se refiere no tanto a la lógica, que proporciona pruebas demostrativas en todas las materias, sino más bien a la Dialéctica, que nos enseña cómo disertar sobre cualquier materia. De esta manera socava el buen sentido más que construye sobre él; ya que al distraer nuestra atención arrastrándonos a digresiones de argumentos y profundidades que son irrelevantes en cuanto a la materia que estamos discutiendo, nos aleja de la auténtica naturaleza de la cosa en sí. (Cottingham, p. 46; adaptado.)

Descartes, ciertamente, encuentra la dialéctica inaceptable porque disimula la propia ignorancia de una forma tan sofisticada que podría hacer parecer instruido a alguien que no lo fuera en absoluto. Pero además tiene otras dos objeciones a cualquier tipo de lógica formal; y éstas sí son importantes en cuanto a su teoría de la ciencia y debe someterse si pretende ser consecuente. Las dos objeciones son: i) que la lógica silogística no ayuda a descubrir nada nuevo en la ciencia, sino tan sólo proporciona una formulación tipificada de lo que ya se conoce, y ii) que las formas lógicas del silogismo no son auto-evidentes ni se auto-justifican.

El primer punto se verá más claro más adelante al hacer un examen de la Lógica Cartesiana del descubrimiento²⁶; la segunda crítica a la lógica está implícita en la teoría de la razón o *intuitus* que Descartes defiende ya en las *Reglas*. Al igual que los axiomas que discutíamos anteriormente, las formas silogísticas no se hallan dotadas trascendentalmente de garantías de validez. El uso mecánico de las formas de inferencia es claramente injustificable, ya que si tales formas pueden hacer las inferencias válidas, deben ser, así mismo, convalidadas ellas mismas por referencia a alguna otra cosa.

²⁶ Cf. Gerd Buchdahl «Descartes' anticipation of a "logic of scientific discovery"», en *Scientific Change*, ed. A. C. Crombie, pp. 399-417.

Y esta otra cosa es el *intuitus*. Por tanto, ¿por qué habríamos de contentarnos con menos que la luz natural de la razón cuando la lógica formal presupone el uso de la razón para dar validez a sus formas canónicas? De hecho, la posición de Descartes es bastante más dura; la luz natural de la razón necesita ser ejercitada para mantenerse en forma, y la lógica formal entumece su versatilidad y disminuye su creatividad, ya que restringe su uso a la aplicación mecánica de reglas. Una inferencia no es válida, según Descartes, tan sólo porque se ajuste a una regla determinada; por el contrario, tan sólo podremos ver si es válida o no, recurriendo al *intuitus*; mientras que las reglas de inferencia, la lógica formal, en cambio, pueden considerarse válidas por inducción, a partir de los casos particulares de inferencias válidas de las que son modelo²⁷.

¿Qué propone Descartes al científico práctico como alternativa a las formas fosilizadas de los lógicos a los que critica? El *intuitus*, como respuesta, es tan sólo una palabra que explica menos que nada, ya que denota un acto inanalizable del entendimiento humano. Es preciso examinar con mayor atención los tipos de inferencia que Descartes está dispuesto a garantizar como científicamente fructíferos para explicar la alternativa cartesiana a la lógica formal. Un repaso de los textos muestra un sorprendente grado de flexibilidad en este punto y una ignorancia casi deliberada de la distinción entre argumentos inductivos y deductivos. Cualquier inferencia es aceptable, ya sea inductiva o deductiva, a condición de que sea el camino más accesible hacia la verdad.

Entre los términos que se emplean para denotar procedimientos inferenciales encontramos los siguientes: «*illatio*», «*inferre*», «*deducere*», y «*deductio*», «*demonstrare*», y «*demonstratio*», «*inductio*», y «*probare*», en latín; y en francés, «*inférer*», «*déduire*», «*prouver*», «*démontrer*», y «*démonstration*», «*dénombrer*», y «*dénombrement*»²⁸. En un intento de esclarecer algunas de las ambigüedades implícitas en este repertorio, es preciso distinguir dos factores que determinan la elección de Descartes entre estos términos en las distintas ocasiones. El primero es lo que podríamos denominar las características lógicas de la inferencia —la distinción

²⁷ Esto es también consistente con la tesis de Descartes de que normalmente pasamos de conocer instancias particulares a conocer enunciados generales. Véase *Conversation with Burman*, p. 4; VII, 140-1; IX-1, 205-6.

²⁸ Hay ciertos indicios ya de flexibilidad en el uso de la palabra o bien de cambio de comprensión, reflejado en un cambio de terminología, en el hecho de que ni «inducción» ni «deducción» aparezcan en el *Discourse* ni una vez, si bien aparecen usadas cinco y diecinueve veces, respectivamente, en las *Regulae*.

obvia aquí es la que existe entre inducción y deducción. El segundo factor, que está más o menos implícito en algunos contextos, es la función de una inferencia determinada. Por ejemplo, podemos usar un argumento deductivo para probar un teorema en geometría, para aplicar un principio moral a unas determinadas circunstancias, o para delinear algunas de las implicaciones que trae consigo una determinada teoría física. En el caso de las inferencias científicas, la distinción funcional básica entre los tipos de inferencia es la distinción entre explicación y justificación, o en el lenguaje de Descartes, entre explicación y prueba.

La evidencia de los textos indica que es gravemente desorientador traducir los términos cartesianos a sus equivalentes en el lenguaje contemporáneo. No es solamente que una *deductio* sea una explicación en lugar de una prueba, sino que puede ser también lo que nosotros llamamos una inducción. Para establecer este punto es necesario examinar algunos textos en detalle, ya que las conclusiones que obtengamos serán empleadas en el siguiente capítulo al analizar las supuestas relaciones lógicas entre los fundamentos metafísicos y las hipótesis físicas.

Tomando como punto de partida el segundo punto mencionado anteriormente, está claro que Descartes es consciente de tal distinción y que elige el término «*démontrer*» cuando quiere decir tanto «explicar» como «probar». Por ejemplo, afirma en el *Discurso*, que es legítimo proponer hipótesis y después convalidarlas por referencia a las consecuencias que implican. Esto no es un círculo vicioso: «ya que la experiencia hace ciertos la mayoría de estos efectos, las causas a partir de las que los deduzco (*déduire*), sirven menos para probarlos que para explicarlos (*expliquer*); por el contrario, son las causas las que son probadas por los efectos (VI, 76). Esta aclaración es aún de alguna forma enigmática para los lectores del *Discurso*, y es explicada más adelante en una carta a Morin, del 13 de julio de 1638: «hay una gran diferencia entre probar y explicar. Debo añadir que la palabra "*démontrer*" puede emplearse tanto para indicar lo uno como lo otro, al menos si se emplea en el sentido de su uso común, no en su sentido técnico filosófico» (II, 198). Esto está de acuerdo con la práctica cartesiana; encontramos las palabras «*demonstration*», «*démontrer*», «*expliquer*» e incluso «*déduire*» o «*deducere*», empleadas de forma intercambiable para denotar lo que podríamos clasificar como una explicación²⁹. Así que, al menos en el caso de las llamadas demostra-

²⁹ Se ofrece una discusión más detallada de la deducción y la demostración, junto con ejemplos de textos cartesianos, en el Apéndice I.

ciones o deducciones, no es suficiente con determinar la elección de la terminología para saber si se nos está ofreciendo una prueba o una justificación de alguna hipótesis, o la explicación de un fenómeno por referencia a una hipótesis.

Incluso concediendo este punto, podría parecer aún que, tanto si una inferencia es una explicación como si se trata de una prueba, debe ser un argumento deductivo en el sentido actual del término, y así mismo que Descartes exige, al menos, este rigor lógico para cualquier cosa que esté dispuesto a garantizar como científicamente viable. De nuevo los textos son más ambiguos de lo que podría parecer en una primera lectura; incluso las *Reglas* incluyen argumentos inductivos entre los clasificados como una *deductio*.

Las *Reglas* limitan las fuentes del conocimiento humano a dos, que son, experiencia y deducción. Y ya que algunos tipos de experiencia son susceptibles de error, el conocimiento científico debe basarse en el *intuitus* (un tipo particular de experiencia) o en la deducción. Esta pareja de conceptos contrapuestos, *intuitus* y deducción, aparece mencionada seis veces en las *Reglas* con una importante variación en la regla 3, *intuitus* e inducción³⁰. Ya que existen tan sólo dos formas de adquirir el conocimiento científico, se deduce de aquí que, cualquier inferencia que sea aceptable para Descartes, debe interpretarse o en términos de *intuitus* o como una deducción.

Una de las objeciones que ya hemos mencionado en contra de la lógica formal era que no ayudaba al investigador a descubrir nada nuevo; simplemente proporcionaba una técnica para expresar lo que uno ya conoce de antemano. Si las deducciones cartesianas, por el contrario, tienen que ir más allá de lo que está implícito en nuestras premisas, entonces no podemos esperar que sean deducciones válidas en el sentido actual del término. Es bastante improbable que Descartes fuera consciente del problema con el que se enfrentaba en este punto, y por tanto no tiene ningún escrúpulo al confiar en diversas proposiciones suplementarias, muchas de ellas implícitas, en el curso de semejante tipo de deducción. La situación se hace más complicada por el hecho de que Descartes reconociera el carácter anómalo de algunas inferencias científicas e introdujera por consiguiente los términos «inducción» o «enumeración» para indicar este estatus especial. Esto indica que, al menos dentro de la terminología de las *Reglas*, prácticamente todas las inferencias

³⁰ X, 366, 369, 370, 373, 400, 425 y 368. Sigo la reciente traducción francesa de la edición Crapulli de las *Reglas* al no traducir «*intuitus*» como intuición, y al conservar la lectura de «inducción» como variante, en la regla 3; *vid.* la traducción de las *Regulae* de Jean-Luc Marion.

aceptables o fiables son deducciones (en el sentido cartesiano del término), y que algunas deducciones científicas son lo suficientemente especiales como para merecer el título de «inducción» o «enumeración»³¹.

Esta interpretación se corrobora en los pocos ejemplos de inferencia científica que aparecen en las *Reglas*. La regla 12 propone una aproximación, en tres etapas, al descubrimiento de la naturaleza del magnetismo, y estas indicaciones se repiten en la regla 13. El primer paso implicaría una meticulosa recolección de cualquier cosa conocida experimentalmente acerca de los imanes (X, 427); como alternativa, se puede estar familiarizado con los resultados de la obra de Gilbert y disponer éstos en series que proporcionen una adecuada enumeración (*sufficienti enumeratione*) respecto al tema en cuestión (X, 431-2). El segundo paso sería: a partir de la evidencia recabada uno debiera deducir (*deducere*) qué combinación de naturalezas simples podría explicar los hallazgos experimentales. Donde en la regla 12 aparece la palabra «*deducere*», en la regla 13 dice «*inferre*». El tercer paso sería: una vez «deducida» una hipótesis factible, el científico debe reconocer que conoce la naturaleza del magnetismo hasta el punto que es posible conocerla sobre la base de la evidencia experimental a la que tiene acceso (X, 427, 432)³².

Una enumeración o inducción adecuada de los hechos conocidos empíricamente, que es el punto de partida de esta deducción, no significa que uno posea toda la información que podría ser de alguna relevancia para la investigación que se lleva a cabo. Descartes, más sensatamente, dice que una enumeración adecuada implica de algún modo una selección por parte del científico de la información que cree puede ser relevante y por tanto todas las teorías físicas serían hipotéticas, ya que puede haber otros factores que exijan un cambio en la teoría y que sean ignorados o que sean aún desconocidos:

Debe advertirse, además, que entiendo por inducción o enumeración suficiente, meramente, una forma de concluir la verdad de modo más cierto que cualquier otro método o prueba, aparte del *intuitus*..., a menudo se da el caso de que si consideramos todas las cosas que son relevantes en un problema concreto, una por una, la vida de un individuo sería insuficiente (X, 389, 390-91).

³¹ El «casi» se introduce aquí para salvar los casos de inferencia inmediata mencionados más abajo, de los cuales se puede dar cuenta adecuadamente en términos de «*intuitus*» solamente.

³² Compárese con el enfoque hipotético para explicar el magnetismo en los *Principia*, parte IV, art. cxxxiii-cxxxix.

Tenemos otro ejemplo de razonamiento científico en la discusión del anaclástico; brevemente, éstos son los pasos implicados en el descubrimiento del anaclástico:

a) La correlación entre el ángulo de incidencia y el ángulo de refracción depende de los cambios que experimentan los mismos en distintos medios.

b) Esto, a su vez, presupone algún tipo de comprensión de cómo la luz penetra en un medio, lo que implica que la naturaleza misma de la luz debe ser comprendida.

c) Para comprender de qué forma característica se comporta la luz, debemos comprender primero las fuerzas naturales en general, ya que la luz es una fuerza natural; el concepto de fuerza natural es, por tanto, el concepto básico o primero en esta investigación, es decir, que es precisamente la naturaleza simple adecuada para explicar el fenómeno óptico en cuestión.

d) Si no fuera posible comprender directamente la naturaleza de la acción de la luz como fuerza natural, deberíamos enumerar tantas otras fuerzas naturales como nos fuera posible para comprender la naturaleza de la iluminación, al menos por analogía.

e) Una vez alcanzado este punto el investigador está en posición de reconsiderar los pasos que ha recorrido y eventualmente descubrir el anaclástico.

Evidentemente, este tipo de inferencia incluye algunos candidatos improbables para nuestra interpretación del término deducción. La enumeración o inducción sobre ejemplos de fuerzas naturales que son comprendidos desde contextos diferentes es un argumento por analogía. Y el análisis, paso a paso, del problema podría difícilmente clasificarse como procedimiento deductivo en el moderno sentido lógico del término. Ambos, sin embargo, son elementos reconocidos, incluso en las *Reglas*, de las inferencias científicas cartesianas y tales inferencias deben ser analizables en los términos del par cartesiano *intuitus* y deducción/inducción.

Podríamos ceder a la tentación de sugerir aquí que el *intuitus* podría explicar cada uno de los pasos de tales inferencias científicas y que estos ejemplos no aportan ninguna luz respecto a lo que quiere decir Descartes con la palabra «deducción». Sin embargo, está claro que el *intuitus* sólo puede descubrir o justificar el paso de una posición a otra mediante la inferencia (X, 389, 407). Desde el momento que la inferencia implica una serie de más de dos proposiciones, la conclusión, así obtenida, no puede considerarse garantizada por el *intuitus*.

Podemos distinguir entre *intuitus* de la mente y cierta deducción de esta manera: concebimos algún tipo de movimiento o sucesión en esta última (deducción), pero no en el primero. Y, además, el tipo de evidencia presente que es necesario en el caso del *intuitus* no se requiere en la deducción, ya que la deducción deriva en cierto sentido su certeza de la memoria (X, 370).

Las discusiones del magnetismo y la óptica en las *Reglas*, aparte de todo lo demás que pudieran ser, son paradigmas de la deducción cartesiana.

Por tanto, tenemos que añadir a la ambigüedad de explicación/justificación en el uso que hace Descartes de palabras como «deducción», una ambigüedad más respecto al carácter lógico de los procedimientos de inferencia que las mismas denotan. «Deducción» es un término general para referirse a cualquier inferencia fiable, independientemente su carácter lógico preciso, en el sentido contemporáneo de la frase. *Intuitus* es el acto de entender, entre otras cosas las conexiones evidentes entre proposiciones. Algunas inferencias pueden ser explicadas completamente en términos de *intuitus* y éstas son las que tradicionalmente llamamos inferencias inmediatas³³. Incluso aquí son precisas algunas puntualizaciones, ya que las inferencias inmediatas aristotélicas estaban limitadas por las formas canónicas en las que se expresan los argumentos. Si vamos a aplicar a Descartes el mismo término «inferencia inmediata», éste debe entenderse evidentemente en un sentido más amplio. Cualquier inferencia de p a q sin pasos intermedios es una inferencia inmediata cartesiana.

Aparte de estas inferencias no mediadas, otros tipos de deducción presuponen que el entendimiento puede recorrer un determinado número de pasos antes de alcanzar una conclusión, y este tipo de procedimiento lleva implícita la utilización de la memoria³⁴. Esto explica por qué Descartes se ve obligado a confundirnos empleando aparentemente un concepto para denotar distintos pasos lógicos. En su sentido primitivo, la inducción implica una consideración sistemática de todos los miembros de una serie, sin especi-

³³ Cf. *Regulae*, X, 370, 389 y 407: «Todas las proposiciones que hemos derivado inmediatamente de otras, bajo la condición de que la inferencia sea evidente, han sido en la misma medida reducidas a un auténtico "intuitus"; «hemos dicho que la deducción simple de una cosa a partir de otra está hecha por un "intuitus"».

³⁴ Cf. *Regulae*, X, 370, 389, 408, donde Descartes vincula la falibilidad de las deducciones a su supuesta dependencia de la memoria. En una carta (al Marqués de Newcastle) de marzo o abril de 1648, escribe: «Cuanto conocimiento tenemos o adquirimos por el uso de la razón es tan oscuro como los principios de los que procede y está contagiado de la incertidumbre que hallamos en todos nuestros razonamientos» (V, 137).

ficar cuáles son éstos. Este es en ocasiones el sentido textual de examinar muchos ejemplos del mismo fenómeno para generalizar inductivamente sobre el género o la clase, y éste es uno de los sentidos de la inducción cartesiana. Sin embargo, el investigador puede, igualmente, ser requerido a considerar una serie de proposiciones —en el curso de una inferencia— y Descartes encuentra la suficiente similitud entre este procedimiento y la inducción sobre los miembros de una clase como para llamar a ambas cosas de forma bastante ambigua «inducciones». Puesto que las inferencias científicas son típicamente largas, procesos de razonamiento complejos que entrañan el uso de modelos, hipótesis, datos experimentales, etc., el llamar «inducciones» a tales inferencias es compatible tanto con el uso común actual, como con las reflexiones sobre la lógica del mismo Descartes. Así, las inducciones científicas, en este sentido más general de un proceso de razonamiento complejo, normalmente incluyen una inducción sobre los hallazgos empíricos como uno de sus elementos constituyentes.

Ninguno de estos tipos de inducción es reducible al *intuitus*. Ya que todo el conocimiento científico se puede explicar en último término por referencia al *intuitus* o a la deducción, se sigue de aquí que las inducciones cartesianas son formas de deducción. Esta terminología sorprenderá tan sólo a los que no hayan examinado ejemplos típicos de lo que Descartes propone como paradigmas de su método de trabajo en la ciencia física.

Esta interpretación escasamente informativa de la deducción cartesiana —en el sentido de que no es capaz de definir aquello que no puede considerarse como deducción, aparte de las inferencias inmediatas— coincide con la actitud general de Descartes hacia la luz natural de la razón y sus supuestas capacidades. El innatismo de las ideas no excluye una participación empírica relevante en determinados casos; el *intuitus* no excluye la participación de la reflexión sobre la experiencia ordinaria o los experimentos. Y la deducción en la ciencia física está ahora de acuerdo con el empleo de modelos y analogías, la recogida de evidencia empírica, etc. A pesar de estas concesiones, Descartes afirma que la razón es más fiable que la experiencia.

§ 9. *Experiencia versus razón*

En el capítulo 2 he examinado la interpretación de Descartes del término «*expérience*» y aclarado alguno de los tipos de experiencia que considera importantes en la ciencia física; y sugería

en el § 5, que la notoria crítica cartesiana de la evidencia empírica implica al menos dos problemas diferentes, uno de los cuales era la preferencia de la experiencia ordinaria frente a la evidencia experimental incluso en situaciones en las que podría parecer que esta última es más accesible y más fiable. El otro era la objeción general a cualquier tipo de evidencia empírica comparada con el dictamen de la «razón».

En los §§ 6-8 de este capítulo he delineado el análisis correspondiente del concepto de «razón». A la luz de la presente discusión, podría surgir en este punto la cuestión de qué podría querer decir Descartes con sus repetidas indicaciones de que prefiere la razón a la experiencia, o de que no es posible confiar en la experiencia, o de que sólo se puede confiar en la razón para tener un acceso seguro e indudable a la verdad.

Dos textos explican claramente qué es lo que quiere decir Descartes; el primero está extraído de la réplica al sexto bloque de objeciones a las *Meditaciones*. Se argüía contra Descartes que los sentidos son fiables, y que los errores que pueden aparecer al confiar en los sentidos no se corrigen recurriendo al entendimiento sino por referencia a otro conocimiento de base empírica. Como réplica, Descartes explica su posición de este modo:

Cuando digo que la certeza del intelecto es mucho mayor que la de los sentidos, esto simplemente quiere decir que aquellos juicios que hacemos en la edad madura como resultado de alguna nueva evidencia son más ciertos que los que hacemos en nuestra infancia, sin ninguna reflexión crítica. Y esto es obviamente cierto (VII, 438).

Descartes sigue explicando, en contra de su crítico, que no se puede corregir un juicio erróneo basado en la percepción visual de una vara torcida en el agua por referencia a la percepción táctil solamente, ya que es preciso tener alguna razón para preferir la percepción táctil a la visual, y ésta sólo la puede proporcionar la «razón» (VII, 439).

El artículo final de la parte primera de los *Principios* repite la misma comparación entre los sentidos y la razón: aquellos que deseen ser considerados verdaderos filósofos «deben poner su confianza más en su razón madura (en francés "...en su razón, cuando está en condiciones de guiarles adecuadamente" [IX-2, 62]) que en los sentidos, esto es, en los irreflexivos juicios de la infancia» (VIII-1, 39). Al igual que en el texto anterior, Descartes no está comparando en absoluto los sentidos con la razón, al menos en la forma en la que nosotros empleamos normalmente estos términos.

En cambio, la elección que se propone es entre *dos tipos de juicio, ambos igual e inevitablemente basados en la evidencia empírica*. El primer tipo representa los espontáneos y acríticos³⁵ juicios que tendemos a hacer sobre la base de nuestra experiencia inicial y, aunque estos juicios evidentemente implican al entendimiento y a la voluntad, Descartes los llama «sentidos». El otro tipo —el juicio más racional o razonable— está igualmente basado en la evidencia sensorial, al menos en el sentido de que un juicio se hace tan sólo después de tener una experiencia sensorial o realizar una observación de la manera usual. Sin embargo, este tipo de juicio tiene la ventaja de atender más a la experiencia empírica, y de estar emparejado con la explicación —quizá incluso la correcta— del fenómeno explicado.

No es posible en absoluto encontrar textos decisivos donde Descartes indique que debemos preferir la razón a la experiencia en ningún otro sentido. Hay ejemplos, discutidos anteriormente en § 5, donde aparecen razones para dudar de los experimentos; y tenemos además los casos bien conocidos donde se muestra reacio a confiar, sin una crítica, en aquellos juicios que se basan en los datos sensoriales. Pero estos textos no justifican que intentemos atribuir a Descartes precisamente la tesis que él afirma refutar en las *Meditaciones*, es decir, que debemos cuestionar la validez de cualquier evidencia empírica como tal³⁶. Una vez considerada la teoría cartesiana de nuestras facultades cognitivas, parece que no hay ninguna forma de que Descartes niegue que todo el conocimiento resulta del entendimiento, ya presuponga o no este entendimiento la participación de lo empírico. En este último punto es a menudo llanamente explícito: por ejemplo, en una carta a Mersenne del 6 de agosto de 1640, escribe: «Esta es una cuestión de hecho, la cual no puede determinarse mediante la razón» (III, 147).

Una descripción más detallada del preciso equilibrio entre experiencia y razón en la ciencia cartesiana podría obtenerse tras examinar el papel de las hipótesis en la ciencia, y la relación entre la física y la metafísica. Estas cuestiones son abordadas en los siguientes capítulos. Pendientes de un mayor examen de los textos podemos al menos perfilar una conclusión provisional: el empleo que hace Descartes de muchas palabras es considerablemente menos claro y distinto de lo que una lectura informal puede sugerir, y debemos cuestionar seriamente una interpretación de los textos

³⁵ En latín, «absque ulla consideratione» (VII, 438); «juditia inconsiderata» (VIII-1, 39).

³⁶ *Principia*, VIII-1, 17.

cartesianos que atribuya a Descartes una posición escasamente razonable para un científico activo. Así, sea lo que sea lo que pudiera querer decir la prioridad de la razón sobre la experiencia, lo más probable es que no sea que debamos abordar la explicación de los fenómenos físicos sin un examen cuidadoso de toda posible evidencia empírica relevante, o que podamos justificar la sustitución de los argumentos racionales por observaciones o experimentos. La práctica de las investigaciones científicas de Descartes y su amplia correspondencia muestran claramente que presupone —como algo casi demasiado obvio como para mencionarlo— que la investigación en las ciencias físicas debe empezar con la evidencia empírica.

Cuando afirma que debemos confiar más en la razón que en la experiencia, puede querer decir:

a) Que la evidencia experimental es inferior a la reflexión sobre la experiencia ordinaria.

b) Que la evidencia experimental carece de valor cuando no va acompañada de la correcta «*raison*», es decir, teoría; o

c) Que los juicios acrílicos basados en cualquier tipo de evidencia observacional son inferiores a los juicios críticos de la madurez, cuando estos juicios empíricos críticos son denominados razón.

Pero la razón pura, esto es, el uso de las facultades intelectuales sin ninguna participación de los sentidos es inútil en la ciencia de la naturaleza física.

Capítulo 4

FISICA Y METAFISICA

En la época en que Descartes publicó el *Discurso*, en 1637, podríamos suponer que ya hubiera aclarado cómo deben relacionarse con éste las diversas disciplinas con las que está familiarizado. Aunque sea crítico a esta altura respecto a cómo los especialistas en distintas disciplinas han proseguido sus trabajos, y tenga aparentemente ideas bastante definidas acerca de cómo deben corregirse sus errores, sin embargo asume que, al menos en cuanto a la relación entre filosofía y física, estas disciplinas, rejuvenecidas, deben continuar interactuando según preconizaba la tradición escolástica.

Esto está especialmente claro en las dos primeras partes del *Discurso*, donde reflexiona sobre el cuerpo de conocimiento que rechaza y sobre el método que recomienda para descubrir las alternativas al mismo. La filosofía tradicional, según su estimación, está demasiado plagada de teorías incompatibles, de forma que la mayoría de ellas carece de valor; y esto se puede aplicar al resto de las disciplinas. A pesar de ello, Descartes todavía asume que la filosofía debe proporcionar algún tipo de fundamento al resto de las otras ciencias.

No diré nada acerca de la filosofía, excepto que, viendo que ha sido cultivada por los más excelentes pensadores que han vivido a lo largo de varios siglos, y que a pesar de ello no encontramos nada en ella que no sea motivo de controversia y sea, por tanto, dudoso, no pretendo encontrar yo nada

mejor en esto que los demás. Y considerando cuántas opiniones diferentes sobre el mismo tema podemos encontrar, las cuales son defendidas por personas instruidas, a pesar de que tan sólo una pueda estar en lo cierto, he considerado todo aquello que aparece sólo como plausible como si fuera falso. Por tanto, en lo que respecta a las otras ciencias, desde el momento que *toman sus principios de la filosofía*, he decidido que nada sólido puede construirse sobre fundamentos tan débiles (VI, 8-9; las cursivas son mías).

La misma suposición aparece claramente en la Parte II, en la que Descartes propone cuatro reglas para mejorar la fiabilidad tanto de la filosofía como de las otras ciencias:

Habiendo advertido que sus principios (es decir, los principios de todas las ciencias aparte del álgebra) deben ser todos tomados de la filosofía, en la cual nada cierto he encontrado todavía, he pensado que debiera intentar establecer antes que nada unos principios (VI, 21-22).

Es un tema constante en los escritos cartesianos, y aunque el lenguaje en el que se expresa es ligeramente distinto, según el contexto, en la mayoría de los casos no se trata sólo de que se atribuya a la filosofía la tarea de proporcionar fundamento a las otras ciencias, sino que éstas son supuestamente deducidas a partir de la metafísica o demostrados a partir de principios filosóficos. Esta tesis provoca alguna que otra sospecha acerca de la importancia de la evidencia experimental en la ciencia cartesiana, al menos en lo que respecta a los primeros principios o leyes básicas, ya que si Descartes quiere decir efectivamente lo que parece decir, entonces la principal garantía de las leyes de la naturaleza proviene, a priori, de los principios metafísicos a partir de los que las mismas se deducen; las referencias a la experiencia que aparecen en el enunciado de las leyes deben tomarse como meras ilustraciones de cómo las leyes se aplican a la experiencia más que como a una justificación a posteriori. De ser éste el caso, la ciencia cartesiana sería significativamente a priori; y si asigna algún papel a la experiencia a la hora de probar o corroborar hipótesis, éste sólo puede ser en un estadio considerablemente posterior de la construcción de una teoría, cuando las leyes de la naturaleza son aplicadas para explicar los fenómenos naturales concretos.

Me gustaría reexaminar hasta qué punto las suposiciones básicas de la física cartesiana son derivadas por Descartes a partir de bases metafísicas y también aclarar el sentido en el que Descartes afirma haberlas justificado de este modo. Las pruebas documentales que aparecen en los textos muestran que Descartes no tenía en mente una clara relación exclusivamente lógica cuando sugiere re-

petidamente que la física es deducible de la metafísica¹. En mi intento de aclarar la posición de Descartes, investigaré brevemente la distinción cartesiana entre física y metafísica en el § 10. La sección siguiente repasa las diversas formas en las que Descartes describe la dependencia de la física respecto de la metafísica y sugiere varios modelos lógicos a los que puede asimilarse el lenguaje vago o impreciso que emplea. Por último, en el § 12 llevo a cabo una detallada revisión de la forma en que Descartes garantiza en realidad los principios fundamentales de su física en *Le Monde* y los *Principia*. Superponiendo los modelos lógicos propuestos en el § 11 al procedimiento real de Descartes, tal y como se describe en el § 12, encontramos que la física depende de la metafísica de muchas formas distintas, y ninguna de ellas es equivalente a la simple deducción lógica de la física a partir de la metafísica. A pesar de todo, describir esta multifacética relación como una deducción es consistente con la vaga interpretación de la «deducción» propuesta en el § 8.

§ 10. *La distinción cartesiana entre física y metafísica*

No es fácil trazar una línea de demarcación entre física y metafísica, tanto en Descartes como en la física contemporánea². Ni es precisa tal marcada distinción para estudiar la materia que nos ocupa. Descartes supone que es posible distinguir suficientemente entre física y metafísica, e incluso distinguir dentro de la primera entre los presupuestos básicos de la física y la articulación de estos presupuestos o principios en la explicación de los fenómenos naturales concretos. Es esta colección de distinciones la que se en-

¹ Entre los autores recientes que entienden a Descartes como si dedujera de la metafísica las leyes básicas de la física están A. Kenny en, *Descartes: A Study of his Philosophy*, pp. 206-213; E. McMullin, «Philosophies of Nature», *New Scholasticism*, 63 (1969), 44; E. J. Aiton, *The Vortex Theory of Planetary Motions*, p. 4; Bernard Williams se acerca más a la posición que yo defiendo, pero aún no lo hace del todo en su *Descartes*, p. 268: «Hay lugar para la sugerencia (no puedo ir más allá) de que Descartes no contempló sus leyes básicas de la naturaleza, o todas ellas, ni como intrínsecamente auto-evidentes, ni tampoco como derivables mediante un razonamiento completamente lógico de premisas metafísicas auto-evidentes».

² Para la interconexión entre la base física y la metafísica, véase, por ejemplo, J. W. N. Watkins, «Metaphysics and the advance of science», *British Journal for the Philosophy of Science*, 26 (1975), 91-121; N. Maxwell, «The rationality of scientific discovery», *Philosophy of Science*, 41 (1974), 123-53, 247-95; L. Sklar, «Inertia, gravitation and metaphysics», *Philosophy of Science* 43 (1976), 1-23; G. Buchdal, *Metaphysics and the Philosophy of Science*, cap. 1.

cuentra implícita en la descripción metafórica del proyecto científico como el árbol del conocimiento. Esta metáfora aparece en el Prefacio a la edición francesa de los *Principia*.

Así, la filosofía, como un todo, es como un árbol cuyas raíces fueran la metafísica, el tronco la física, y las ramas el resto de las ciencias. Estas se reducen a tres principales: la medicina, la mecánica y la moral (IX-2, 14).

Esta vaga división de disciplinas es aclarada, hasta cierto punto, en el texto de los *Principia*, cuya parte II contiene varias leyes generales o principios, los cuales, según Descartes afirma, son aplicables a los fenómenos físicos, y bastan para explicarlos. La metáfora del árbol sugiere también la unidad orgánica de los *Principia*, y esta unidad es explicada por Descartes como la conexión deductiva entre la raíz, el tronco y las ramas. Si pudiéramos suponer que no hay ningún problema implícito en la manera que tengamos de modelar la distinción entre el tronco y las ramas sobre el texto de los *Principia*, o que al menos, sean cuales fueran los problemas que surjan al hacer esta distinción, son independientes de la materia que estamos discutiendo, entonces podremos dedicar nuestra atención a descifrar la metáfora del árbol centrándonos en dos aspectos: a) la distinción entre metafísica y física, representados por la raíz y el tronco, y b) la conexión entre metafísica y física, representada como una relación deductiva o, siguiendo el lenguaje metafórico, una singular relación de dependencia, análoga a la conexión entre la raíz y el tronco.

Descartes caracteriza a la metafísica como objeto de estudio, como el tipo de evidencia que es suficiente para verificar los enunciados metafísicos, o por su papel fundamentador en comparación con otros tipos de conocimiento. Esto último —la metafísica como una búsqueda de primeros principios— parece ser el criterio más básico; de hecho los tres criterios son interdependientes. Así, el Prefacio a los *Principia* explica que la filosofía debe empezar por «la investigación de estas causas primeras, esto es, los principios» (IX-2, 8) y debe «sacar a la luz las causas primeras y los principios verdaderos de los que pueda deducirse cualquier explicación de todo aquello que somos capaces de conocer» (*ibid.*, 5).

El uso del término «principio» aquí está sujeto a la habitual ambigüedad entre principio en sí y principio como proposición. Esto está especialmente claro cuando Descartes se pregunta acerca de la naturaleza «de la cause ou du Principe» (IX-2, 8) que hace que los objetos parezcan empujados por la gravedad hacia la superficie de la tierra. ¿Es la causa en cuestión un fenómeno natural, tal

como una fuerza gravitacional, o se trata de un principio que describe la acción de tal fuerza y proporciona, por tanto, un punto de partida para una explicación científica? Descartes intenta aclarar esta ambigüedad en una carta a Clerselier de 1646, pero la propia aclaración está comprometida por la misma ambigüedad:

Tan sólo añadiré que la palabra «principia» puede entenderse de muy diversas formas. Una cosa es buscar una *noción común* tan clara y general que pueda servir como principio para probar la existencia de todos los seres, los *Entia*, que descubramos más tarde; y otra, buscar un *ser* cuya existencia es conocida por nosotros mejor que ninguna otra cosa, de modo que pueda servir como *principio para descubrir el resto* (IV, 444; en cursiva en el original).

En el párrafo inmediato da dos ejemplos, pero ambos son proposiciones:

En el primer sentido, puede decirse que «no es posible que algo sea y no sea al mismo tiempo» es un principio... En el segundo sentido, el primer principio es que *nuestra alma existe*, ya que no hay nada cuya existencia sea mejor conocida para nosotros.

El desliz de la exposición de Descartes es comprensible y no supone un detrimento de la postura que mantiene. Uno de los sentidos de «principio» se refiere a las proposiciones que son garantizadas como ciertas; el otro significado del término se aplica a cosas cuyo conocimiento es básico para la comprensión de cualquier otra cosa. En este último sentido, conocer la existencia del alma es básico para Descartes y por tanto el alma es un principio. Sin embargo, cualquier enunciado de conocimiento sobre estos principios-cosas se expresa mediante proposiciones, y tales proposiciones también funcionan para Descartes como principios de conocimiento a pesar de que no sean autoevidentes. Lo que tienen en común estos dos tipos de proposiciones —es decir, nociones comunes autoevidentes y enunciados de conocimiento sobre cosas-principio— es que actúan como presupuestos básicos en la construcción «deductiva» de la ciencia. Esta ambigüedad en el término «principio» será empleada más tarde a la hora de descifrar los argumentos a favor de las leyes de la naturaleza en la Parte II de los *Principia*.

Con «principio» en el sentido de objeto, Descartes describe invariablemente la metafísica como el estudio de Dios y el alma, esto es, de «las cosas inmateriales o metafísicas» (IX-2, 10)³. Esto

³ Cf. Descartes a Mersenne, nov. 25, 1630, donde menciona «un pequeño tratado de metafísica... cuyos principales objetivos consisten en probar la existencia de Dios y de nuestra alma cuando se halla separada del cuerpo»

indica que la naturaleza metafísica de sus estudios es función de la inmaterialidad del objeto que estudia; sin embargo, ya que el estudio de Dios y del alma actúa en el proyecto cartesiano como base de la fiabilidad de todos los enunciados de conocimiento, el estudio de Dios y del alma es igualmente metafísico en la medida en que proporciona los primeros principios —en el sentido de proposiciones— del conocimiento. El sentido doble del estatus de tal estudio se ve claro en el prefacio a los *Principia*, cuya parte I es presuntamente acerca de «la metafísica, que contiene los principios del conocimiento, entre los cuales se encuentran la explicación de los principales atributos de Dios, de la inmaterialidad de nuestras almas, y de todas las nociones simples y claras que están en nosotros» (IX-2, 14)⁴.

Por tanto, la metafísica para Descartes abarca los primeros principios del conocimiento, es decir, aquellas verdades que debemos conocer como condición previa a cualquier posibilidad de conocimiento —y éstas incluyen el conocimiento de Dios y del alma— y aquellos axiomas o nociones primeros que son conocidos mediante la luz natural de la razón, independientemente de la experiencia. Estos principios tienen prioridad lógica sobre todos los demás que son cognoscibles sin la ayuda de la revelación divina; y son conocidos mediante la luz natural de la razón sin la participación de la evidencia experimental⁵ y actúan como fundamento de todos los demás enunciados de conocimiento. Para referirnos más fácilmente a ellos los denominaremos principios metafísicos o principios-M.

Aparte de estos principios fundamentales que se presuponen en cualquier enunciado de conocimiento, Descartes necesita algunos otros principios sobre la naturaleza de la materia para acometer la explicación de fenómenos tan diversos como la lluvia, el magnetismo, la refracción óptica, la circulación de la sangre, etc. Así, los principios-M actúan en cierto sentido como fundamento de la física, lo son en el mismo sentido de la moral o de las matemáticas, y de lo que se trata es de lograr otros principios que sean específicos de la física, y éstos son los que llamaremos principios físicos o principios-F.

(I, 182); Descartes a Mersenne, marzo, 1636 (I, 339); Carta de Introducción a las *Meditaciones* (VII, 1).

⁴ Para las nociones comunes y las verdades eternas, véase más arriba, 7; *Principia*, IX-2, 35; VIII-1, 23; *Le Monde*, XI, 47; *Conversation with Burman*, Cottingham, p. 34.

⁵ Descartes concede que adquirimos los conceptos que usamos en las discusiones metafísicas por medio de la experiencia, *Conversation with Burman*, página 3.

La siguiente lista no pretende ser exhaustiva, pero incluye un ejemplo representativo de los presupuestos básicos sobre la materia y el movimiento que Descartes presenta explícitamente como primeros principios de la física:

F1: La esencia de la materia es la extensión. (Por tanto, la materia es divisible indefinidamente, el espacio es idéntico a la materia, etc.)⁶.

F2: Hay tres tipos básicos de partículas materiales, y éstas son caracterizadas por sus propiedades geométricas y su cantidad de movimiento (IX-2, 128-9).

F3: El principio de inercia: «Cualquier cosa, en tanto que es simple e indivisible siempre permanece en las mismas condiciones sin cambio a no ser que intervengan fuerzas externas» (VIII-1, 62).

F4: El principio del movimiento rectilíneo: «Ninguna porción de materia, considerada en sí misma, tiende a continuar su movimiento de forma curva, sino que lo hace en línea recta» (VIII-1, 63).

F5: El principio de conservación de la cantidad de movimiento: «Cuando un cuerpo en movimiento se encuentra con otro, si éste tiene menos fuerza para continuar en línea recta que el otro para oponérsele, entonces es reflejado hacia otro lugar manteniendo su movimiento, aunque pierda la dirección del mismo; sin embargo, en caso de tener más fuerza que el otro objeto, entonces lo mueve consigo mismo y pierde tanto movimiento como le transmite al otro cuerpo» (VIII-1, 65).

Empleando estos cinco principios-F como ejemplo de estudio y suponiendo el modelo aproximativo de trabajo de la metafísica que hemos delineado anteriormente, la cuestión que tenemos entre manos puede formularse ahora de forma más precisa: ¿en qué sentido afirma Descartes deducir lógicamente estos principios-F de los principios-M, y hasta qué punto lleva a cabo este proyecto con éxito?

§ 11. Física derivada de Metafísica

P. Costabel ha argumentado que la visión de Descartes de la relación entre la física y la metafísica varía desde una visión pro-

⁶ Vid. *Principia*, Parte I, liii y Parte II, iv-xii; en una carta a More, febrero 5, 1649, Descartes escribe: «Además, no estoy de acuerdo con lo que usted muy benévolamente concede, a saber, que el resto de mis opiniones podrían sostenerse incluso si lo que he escrito sobre la extensión de la materia fuese refutado. Pues es una de las más importantes y, en mi opinión, mejor fundadas de mi física» (V, 275).

visional y relativamente poco clara que aparece en su correspondencia temprana, hasta una visión más estricta que se manifiesta en *Las Meditaciones* y en los *Principia*⁷. Quizá es más plausible que la aparente rigidez o falta de claridad se encuentren tanto en la correspondencia privada como en su teoría pública. Para introducir la discusión de este problema sería útil examinar textos de las distintas obras publicadas, así como de distintos períodos de la vida de Descartes. La diversidad de formas en las que se expresa esta relación física-metafísica proporciona una evidencia lo suficientemente fuerte como para pensar que las indicaciones textuales no favorecen una interpretación única de la relación en cuestión.

Ya en 1630 Descartes indica que la física que proyecta debe depender, en cierto sentido, de un fundamento metafísico. En ese año escribe a Mersenne (15 de abril) a propósito de la metafísica:

Aquí es donde he intentado comenzar mis estudios; y puedo decirle que no he sido capaz de encontrar fundamentos si no es buscando en esta dirección (I, 144).

El *Discurso* vuelve sobre el tema, en los textos citados anteriormente, con la sugerencia de que las otras ciencias toman prestados (*empruntent*) sus principios de la filosofía (VI, 8-9, 21-22); aunque también hay una indicación bastante diferente, en la Parte VI, acerca de que los primeros principios de la física son tan auto-evidentes que Descartes podría ofrecer una demostración de los mismos si esto fuera necesario (VI, 68). En cualquier caso no indica si la demostración implicaría una derivación lógica de los principios a partir de otros principios metafísicos más generales, o si ésta se haría por otros medios.

Al principio de la *Meteorología* hay un interesante giro en el lenguaje de la demostración de los primeros principios de la física. En éste, Descartes escribe:

Es cierto que, ya que el conocimiento de estas cosas depende de los principios generales de la Naturaleza, según creo, los cuales aún no han sido explicados (*expliqués*), debo emplear algunos presupuestos al principio tal y como he hecho en la *Dióptrica*. Sin embargo, intentaré hacerlos tan simples y sencillos que no encuentren dificultad para creer en ellos incluso a pesar de que aún no los haya demostrado (*demontrées*) (VI, 233).

Aunque este texto pueda sugerir inicialmente que la explicación y la demostración son dos procedimientos diferentes, puede así

⁷ P. Costabel, «Physique et métaphysique chez Descartes», en E. G. Forbes, ed., *Human Implications of Scientific Advance*, pp. 268-77.

mismo interpretarse de acuerdo con lo discutido en el § 8; y, en ese caso, explicar los principios sería equivalente a demostrarlos.

La unidad deductiva de la ciencia es evidente si miramos la repetida afirmación de Descartes de que en el caso de que algunas de las implicaciones de los principios físicos fueran falsas, entonces el cómputo de la física es insostenible. Esta visión de la unidad de la ciencia se encuentra, por ejemplo, en una carta a Mersenne del 9 de febrero de 1639:

Deseo ciertamente que se considere que, si he escrito sobre esta materia (la circulación de la sangre), o sobre la refracción de la luz, o sobre cualquier otro tema al que haya dedicado más de tres líneas en mis publicaciones, algo que resulte ser falso, entonces el resto de mi filosofía carece de valor (II, 501)⁸.

Aunque esto implica una interdependencia importante entre los principios generales y sus aplicaciones específicas, difícilmente nos aclara mucho respecto al carácter lógico de la relación implicada.

En la correspondencia con Regius de 1640, Descartes explica que la existencia de Dios hace posible el conocimiento científico, sólo en la medida que la ciencia presupone juicios que son ciertos⁹. En este sentido afirma que «*Las Meditaciones* contienen todos los fundamentos de mi física» (III, 298). La Sinopsis de las *Meditaciones* revisa las razones plausibles para dudar, «al menos hasta que no encontremos otros fundamentos (*fundamenta*) para la ciencia distintos de los que tenemos de momento» (VII, 12). En la página siguiente, sin embargo, sugiere que la prueba de la inmortalidad del alma depende de la física: «las premisas a partir de las cuales se puede concluir la inmortalidad del alma dependen de la explicación de toda la física (*ex totius Physicae explicatione dependenti*)» (VII, 13). El concepto de interdependencia que aquí opera nos acerca a la idea de que la física y la filosofía, en el proyecto cartesiano, se mantienen o caen al mismo tiempo y que los argumentos empleados en un área llevan consigo conceptos o argumentos empleados en la otra.

La primera Meditación retorna la imagen de los fundamentos del conocimiento al examinar razones plausibles para dudar de

⁸ Véase Descartes a Mersenne, nov. 1633 (I, 271); Descartes a Beeckman, agosto 22, 1634 (I, 308).

⁹ Descartes a Regius, mayo 24, 1640 (III, 64-5); y Nancy Maull, «Cartesian optics and the geometrization of nature», *Review of Metaphysics*, 32 (1978), p. 271: «Pero lo más admirable en torno al célebre "cogito" es que no posee en realidad ninguna función en la fundamentación de la ciencia».

aquellos «principios sobre los que se apoya todo lo que he creído anteriormente» (VII, 18). Los principios que aquí se discuten incluyen los sentidos. En otras palabras, Descartes se ocupa de la fiabilidad de nuestras facultades cognitivas y estas facultades son incluidas entre los principios o fundamentos del conocimiento. Por tanto, la certeza de todos los enunciados de conocimiento depende (*pendere*) de nuestra certeza de la existencia de Dios (VII, 69)¹⁰.

La publicación de los *Principia* en 1644 proporciona una ocasión ideal para aclarar el sentido en el que se supone que la física depende de la metafísica. Como se explica en una carta a Chanut, la Parte I de los *Principia* es un resumen de las *Meditaciones*¹¹; según lo previsto, lo que encontramos aquí es una nueva expresión de la descripción habitual de Descartes de cómo son garantizadas nuestras facultades cognitivas, y esta descripción contiene los «*praecepta cognitionis humanae principia*» (VIII-1, 39). Estos principios primeros son el equivalente de la teoría del conocimiento de Descartes. Cuando ya imaginábamos resuelta la ambivalencia acerca de los fundamentos, encontramos sin embargo una nueva indicación de que las explicaciones físicas deberían deducirse de nuestro conocimiento de Dios:

En efecto, ya que Dios es la verdadera causa de todo lo que es o pudiera ser, es evidente que la mejor manera de hacer filosofía que podemos seguir, podría ser el intentar deducir la explicación de las cosas creadas por Dios a partir de nuestro conocimiento de Dios mismo, y así adquirir la ciencia más perfecta, que es el conocimiento de los efectos a través de sus causas (VIII-1, 14).

Esta propuesta se diluye rápidamente al reconocer que Dios es infinito y, por tanto, está fuera del alcance de nuestras capacidades intelectuales. De modo que la mejor forma de abordar el tema sería suponer que Dios es la causa eficiente de todo, y emplear la luz natural de la razón para descubrir lo poco que Dios se haya dignado a concedernos conocer acerca de su naturaleza mediante el estudio de los fenómenos físicos (VIII-1, 15-16).

¹⁰ La carta al Padre Dinet, que sigue a la séptima serie de objeciones, retorna a la fórmula estándar de deducir la física de la metafísica: «Pues todos los principios de la Filosofía que he propuesto están contenidos en las pocas *Meditaciones* que he publicado; en la *Dióptrica* y la *Meteorología* he deducido ("deduxi") algunas cosas concretas a partir de aquellas, lo que indica el tipo de proceso de razonamiento que yo utilizo» (VII, 602).

¹¹ Descartes a Chanut, febr. 26, 1649 (V, 291).

El prefacio a la edición francesa de 1647 se acerca más a esta cuestión en concreto que la edición en latín, al menos al intentar explicar el significado del término principio:

Es sobre ellos (los principios) sobre los que se basa el conocimiento del resto de las cosas, hasta tal punto que los primeros pueden conocerse sin estas últimas, pero no al contrario, es decir, las últimas sin los primeros; y además debemos intentar deducir (*déduire*) a partir de estos principios el conocimiento de cualquier cosa que dependa de ellos, de tal modo que no haya nada en toda la serie de deducciones que de ellos resultan que no sea completamente obvio (IX-2, 2).

Hay también en el Prefacio una referencia que respalda esto, respecto a los sabios que en el pasado buscaron «las causas primeras y los verdaderos principios a partir de los que fuera posible deducir (*déduire*) la explicación de todo lo que somos capaces de conocer» (IX-2, 5). Descartes emula tales empresas al articular sus propios principios «relativos a las cosas inmateriales o metafísicas, a partir de los que deduzco (*déduits*) con perfecta claridad los principios de las cosas corpóreas o físicas» (IX-2, 10). Por tanto, aquellos que no reconocen la conexión cartesiana entre la metafísica y la física son reprendidos por su error; por ejemplo, Regius parece estar de acuerdo con la física de Descartes, pero erróneamente «niega algunas verdades de la metafísica sobre la que se basa toda la física» (*estre appuyée*) (IX-2, 19).

Descartes vuelve una vez más al tema en una carta de 1646 a Clerselier, que hemos citado ya en parte anteriormente. No sólo hay dos tipos de principios y, al menos uno de ellos —los axiomas o nociones comunes— es poco informativo, sino que Descartes concede aún que tendemos a esperar demasiado de los principios, sea cualquiera su tipo:

También añadiré que no es imprescindible que los primeros principios sean tales que todas las demás proposiciones puedan reducirse a ellos o ser probadas por ellos. Es suficiente con que sirvan para descubrir otras (proposiciones) y que no haya ningún otro principio del que puedan depender éstas o mediante el cual sea más fácil descubrirlas, ya que puede darse el caso de que no exista tal principio al que se puedan reducir todas las cosas (IV, 444-5).

Estos textos indican claramente la esperanza de Descartes de garantizar la fiabilidad de nuestras facultades cognitivas, al menos en el sentido de proporcionar fundamento a la física. También implica un ideal de conocimiento científico en el que los cimientos metafísicos se relacionen deductivamente con las explicaciones de

los diversos fenómenos físicos. Y la forma en concreto de interpretar esta conexión se mantiene tan vaga como siempre a pesar de la diversidad de formas distintas en las que es mencionada por Descartes.

Para centrar la atención en esta cuestión podría ser de utilidad introducir algún modelo lógico abstracto y comparar después los modelos con los textos en los que Descartes afirma deducir la física de la metafísica. Sea cualquiera de los cinco principios-F que mencionamos anteriormente. Suponemos que Descartes se basa en un número finito de proposiciones metafísicas básicas como «fundamentos» de la física; sea M la suma de todos estos principios-M relevantes. No está claro si Descartes hace alguna distinción entre las proposiciones metafísicas y otras proposiciones garantizadas asimismo exclusivamente mediante la pura intuición intelectual. Si existe esa distinción en Descartes, entonces sea I la suma de todas esas proposiciones relevantes. Por último, sea E la suma finita de proposiciones relevantes garantizadas empíricamente. Empleando estos símbolos y la notación estándar polaca, los siguientes modelos pueden aproximarse a la «deducción» cartesiana de la física a partir de la metafísica:

- L1: Lf
- L2: LC M f
- L3: LCK M I f
- L4: LCK M E f
- L5: MK M f
- L6: LCKK M E I f

La pregunta: ¿qué quiere decir Descartes con deducir la física de la metafísica? puede formularse ahora de la siguiente manera: ¿cuál de los modelos lógicos de L1 a L6, si es que alguno lo hace, representa el procedimiento de Descartes cuando deduce en teoría la física a partir de bases metafísicas?

§ 12. *Le Monde* y *los Principia*

Le Monde

La primera descripción sistemática de Descartes de la naturaleza física se inicia con varios ejemplos de percepción que son empleados para poner en duda la tesis de que la percepción de los objetos y acontecimientos que nosotros obtenemos se corresponde con sus cualidades primitivas. La actitud escéptica que surge de

aquí es empleada en la discusión siguiente sobre nuestra experiencia de la luz. El aspecto más importante de la discusión del capítulo 2 es que el autor procede de forma hipotética. No puede afirmar que conoce la existencia de entidades tales como «la forma del fuego» o «la calidad del calor» (IX, 7); por tanto, se basa en el principio de no postular entidades innecesarias al intentar explicar los fenómenos naturales. «Por mi parte, ya que temo equivocarme si supongo que hay algo más (en la madera) aparte de lo que reconozco que debe estar necesariamente presente en ella, me conformo con pensar en el movimiento de sus partes» (XI, 7). La suposición de un movimiento violento de sus pequeñas partículas parece ser suficiente para explicar «todos los cambios que uno observa cuando ésta se quema» (XI, 8) sin que sea preciso postular formas o cualidades. La hipótesis de las partículas en movimiento debe explicar no sólo lo que ocurre cuando la madera se quema, sino también nuestra experiencia de la luz y del calor cuando la madera arde. Si la hipótesis es capaz de explicar asimismo estas experiencias, entonces «no será necesario que haya ninguna otra cualidad en ella, y podremos decir que es este movimiento lo que denominamos luz o calor dependiendo de los diferentes efectos que produzca» (XI, 9).

Previsiblemente, Descartes intenta explicar nuestra experiencia del calor como el efecto del impacto de pequeñas partículas que provienen de los objetos ardiendo sobre nuestra piel. Y esta teoría se confirma en parte, según él, mediante la experiencia: «Algunas experiencias favorecen esta opinión» (XI, 10). En ninguna parte del tratado encontramos indicación alguna de que estemos discutiendo algo más que una hipótesis dentro del entramado de la teoría de pequeñas partículas de materia en movimiento. En lo que respecta a la luz «podríamos, del mismo modo, pensar que el propio movimiento que está en la llama sería bastante como para percibirla» (XI, 10).

El capítulo 3 se inicia con una larga lista de los cambios observados en los fenómenos naturales, y concluye que la naturaleza de la materia como partículas y la diversidad de movimientos en la materia están fuera de toda duda (*je connois evidentment*, p. 11), ya que son necesarios para explicar estos fenómenos observados. Estos dos aspectos de la materia son suficientes como para «explicar la causa de todos los cambios que ocurren en el mundo y todas las variaciones que aparecen sobre la tierra» (XI, 12). Un nuevo concepto explicativo surge más tarde en el capítulo —no solamente la velocidad del movimiento de las partículas contribuye a explicar por qué nuestras experiencias son distintas, sino que esto depende

también del tamaño de las mismas—, como ocurre en el caso de las sensaciones del viento o de que algo arde (XI, 15). La descripción concreta del tamaño y velocidad de las partículas que explica una sensación dada es materia de conjetura (*«on le peut conjecturer»*, XI, 16).

El capítulo 4 se dedica a la discusión de la inexistencia del vacío en la naturaleza. Descartes desea establecer la tesis de que la materia circula en movimiento constante en el universo y que tan pronto como una partícula de materia se traslada a un nuevo lugar, otras partículas de materia llegan a ocupar el lugar que ésta deja vacío. Los ejemplos que cita en apoyo de la tesis de que no hay vacío en la naturaleza, no son suficientes como para probarlo de forma concluyente:

Por otro lado, no deseo suponer que no hay en absoluto vacío en la naturaleza; temo que mi discusión se prolongaría demasiado si emprendiera la tarea de explicar en qué sentido existe el vacío en la naturaleza. Y las experiencias de las que hablo no son suficientes para probarlo, a pesar de que sí bastan para mostrar que lugares donde no percibimos nada (*sentons*) están llenos de la misma materia, y al menos contienen tanta materia como aquellos lugares ocupados por cuerpos que sí percibimos (XI, 20-21)

De nuevo encontramos la típica combinación cartesiana de hipótesis especulativas y experiencias sensoriales fiables unidas para corroborar una propuesta que podía traducirse como: suponer que no hay vacío en la naturaleza, ya que esta suposición está de acuerdo con las diversas experiencias citadas. Por tanto, podemos incorporar esta nueva suposición a la visión general de la naturaleza física de la que depende la explicación de la luz. «Tan sólo queda ahora considerar qué son estos otros cuerpos (que se confunden con el aire); y después de esto espero que no será difícil comprender cuál pueda ser la naturaleza de la luz» (XI, 2).

Descartes, a continuación, introduce su teoría de los tres elementos o tipos básicos de materia. Hasta cierto punto esta teoría está sacada de «les philosophes», y Descartes considera que no hace nada más que «seguir sus enseñanzas» (XI, 23) en este punto en concreto. Hay una importante fuente de desacuerdo, sin embargo, entre Descartes y sus predecesores; mientras que muchos filósofos incluyen propiedades secundarias tales como «calor, frío, humedad y sequedad» como características de los elementos básicos, Descartes desea describir estos últimos exclusivamente por referencia a su «movimiento, tamaño, forma y disposición de sus partes» (XI, 23). Al mismo tiempo es significativo que la descripción de estos tres tipos de materia sea presentada mediante frases

del tipo de «je crois», «j'imagine», «je me persuade», etc.; y el párrafo final de este capítulo exige al autor de aportar más pruebas para hacer sus «opiniones más probables» (XI, 31), al transformar la explicación de este mundo por la articulación de un modelo de universo que concuerde.

La construcción de un modelo del mundo se inicia en el capítulo 6 con la postulación de la materia en el espacio, sin atribuir a ésta nada en absoluto, excepto que «todo el mundo puede reconocerla como posible» (XI, 33). En otras palabras, la materia no posee formas ni cualidades escolásticas, ni nada «en cuya naturaleza pudiera decirse que hay algo que no es conocido de forma evidente por todos» (XI, 33); «ésta no contiene nada que no sea perfectamente conocido por el lector, de modo que no es posible pretender no conocerla» (XI, 35). Esta misma frase reaparece en el *Discurso*, Parte V. Es importante advertir que ésta es empujada por primera vez en *Le Monde* como una indicación de las limitaciones conceptuales dentro de las cuales Descartes espera construir una explicación viable de la luz. No necesitamos postulados metafísicos o propiedades ininteligibles en la materia; tan sólo es preciso pensar que posee propiedades tan simples que es imposible afirmar que no son perfectamente comprensibles, tales como la forma, tamaño y movimiento. La única indicación de la tesis cartesiana que identifica materia y extensión aparece hacia el final del capítulo:

Mas ellos (los filósofos) no habrán de encontrar extraño que suponga que la cantidad de materia que describo no se diferencia más de su substancia de lo que el número se diferencia de las cosas numeradas, y que considere su extensión, o su propiedad de ocupar espacio, no como un accidente sino como su verdadera forma o esencia (XI, 36).

La justificación propuesta para cada una de estas concepciones no es explícitamente metafísica, sino que se trata simplemente de formas muy sencillas de comprender la materia.

Una vez creada la materia por Dios y supuesto que posee las propiedades simples que Descartes le atribuye, las leyes que Dios ha impuesto a la naturaleza¹² son tales que, de acuerdo con ellas, la materia se desenmaraña y se estructura para producir un mundo en

¹² Descartes habla de Dios establecedor de las leyes de la naturaleza («établir») en XI, 34, y también de impositor («imposer») de ellas a la naturaleza en XI, 36. Una vez que la naturaleza ha sido creada, como imagina Descartes en este modelo, es independiente de ulteriores intervenciones de Dios para desplegar el estado de la naturaleza que observamos en el mundo real: «les parties de ce Chaos se démêlent d'elles-mêmes» (XI, 34), «la Nature seule pourra démêler» (XI, 36).

el que no sólo hay luz, sino todo el resto de las cosas que aparecen en el mundo real (XI, 34-5). Por el momento no hay ninguna indicación de derivación metafísica en ninguna de las suposiciones básicas de la física cartesiana; quizá Dios al crear las leyes de la naturaleza tal y como lo hizo proporcione un ejemplo de la teoría habitualmente atribuida a Descartes.

La exposición de Descartes de la acción de Dios al crear y conservar el universo es frecuentemente interpretada como si Dios estuviera constantemente ocupado después de la creación, de tal forma que cualquier acontecimiento que sucede es atribuible a su acción causal. Esta interpretación no tiene en cuenta la visión escolástica de la acción de Dios que Descartes está simplemente repitiendo. Si fuéramos capaces de ensanchar el lenguaje humano como para hablar desde el punto de vista de Dios, entonces —desde esta perspectiva— no hay una diferencia real entre creación y conservación. Las acciones de Dios son eternas o atemporales, y no tiene sentido pensar en Dios creando primero el universo y después conservándolo. Es uno y el mismo acto atemporal por parte de El crear/conservar el universo. Desde nuestra perspectiva, dentro del tiempo, vemos el acto atemporal de Dios emplazado temporalmente. Así, el hecho de que el universo siga existiendo de un momento al momento siguiente es evidentemente atribuible a Dios, pero esto no quiere decir que haya que atribuírselo como si estuviera actuando en cada momento. Descartes supone que sus lectores están familiarizados con esta forma de hablar temporal/atemporal acerca de Dios; y se basa en esta distinción para explicar la autonomía del universo frente a Dios antes de introducir las tres leyes de la naturaleza en el capítulo 7 de *Le Monde*:

Ya que sólo a partir de esto, que El (Dios) sigue conservándola (la materia) de esta forma, se sigue necesariamente que debería haber algún cambio de sus partes, y ya que no es adecuado, según mi opinión, atribuirlo a la acción de Dios —ya que él no cambia en absoluto—, yo lo atribuyo a la Naturaleza; y las reglas según las cuales estos cambios tienen lugar las denomino leyes de la Naturaleza (XI, 37).

La inmutabilidad de Dios y los cambios en la naturaleza son compatibles:

Si bien Dios las conserva (las partes de la materia) después, del mismo modo que las creó, no lo hace en el mismo estado; es decir, que Dios actúa siempre de la misma forma, y por tanto produciendo siempre el mismo efecto substancial, pero nosotros encontramos gran diversidad en el efecto (de la acción de Dios) en forma de accidentes (XI, 37-8).

Parece como si Descartes estuviera en este momento a punto de derivar alguna conclusión interesante acerca de la forma en la que se producen estos cambios en la naturaleza como respuesta a la inmutabilidad de Dios. En lugar de esto se detiene con el siguiente regreso a la concepción hipotética.

Pero sin involucrarme más en estas especulaciones metafísicas, anotaré dos o tres reglas principales según las cuales debemos pensar (*il faut penser*) que Dios hace que funcione la naturaleza de este nuevo mundo, y que son suficientes, según creo, para informar de todo lo demás (XI, 38).

La anterior discusión de la inmutabilidad de Dios no es útil para explicar las reglas que siguen a continuación. Descartes está impaciente por mostrar que Dios crea/conserva el universo sin que esto implique ningún cambio en Dios; y que el universo está dotado desde su comienzo de ciertos principios que explican cómo puede autónomamente generar la diversidad de fenómenos físicos que observamos; pero cuando llega el momento de justificar la elección cartesiana de los principios, la prometida justificación metafísica es reemplazada por lo siguiente: propondré estas leyes de acuerdo con las cuales debemos pensar que Dios hace que la naturaleza funcione. Nos queda aún por ver en qué sentido debemos aceptar las leyes que siguen. Puede que sean necesarias porque se siguen lógicamente de otras proposiciones que son consideradas necesariamente verdaderas; o pueden ser necesarias si uno tiene éxito al explicar con ellas lo que haya que explicar, y en ese caso la necesidad sería equivalente a una justificación a posteriori.

La primera ley o regla es la siguiente:

Que cada una de las partes de la materia, consideradas individualmente, permanece siempre en el mismo estado, mientras la interacción con otras no provoque un cambio (XI, 38).

Descartes argumenta a favor de este principio afirmando que éste ha sido aceptado desde siempre en el mundo antiguo, con una excepción: los filósofos suponían que un cambio en el tamaño o la forma o un cambio en el reposo presupone una acción causal, pero no incluían el cambio en la velocidad como igualmente necesitado de explicación causal. Ya que el concepto de movimiento de Descartes —según lo visto hasta aquí— clasifica el movimiento y el reposo en los mismos términos que otras cualidades de los cuerpos, está pues meramente extrapolando un principio general aceptado por todos en el caso del movimiento. «Una vez que em-

pieza a moverse (una partícula de materia) seguirá así por siempre con la misma fuerza, hasta que otros cuerpos la detengan o la retarden» (XI, 38).

La regla siguiente es presentada como una hipótesis y junto con la regla primera, está de acuerdo con múltiples *expériences*.

Supongo como regla segunda¹³ que cuando un cuerpo choca con otro no puede transmitirle ningún movimiento a no ser que pierda él mismo una cantidad igual; ni puede tomar ningún movimiento de él, a no ser que incremente su movimiento en la misma cantidad. Esta regla, junto con la anterior, está de acuerdo con todas esas experiencias (XI, 41).

A continuación siguen dos páginas de evidencias empíricas que se hacen inteligibles si aceptamos estas dos leyes. En cada uno de los casos encontramos que el argumento es que si aceptamos las reglas, entonces los hechos observacionales que se acaban de ver se explican fácilmente¹⁴.

El argumento hipotético deductivo se interrumpe bruscamente por un argumento completamente distinto en la página 43 a favor de las dos leyes primeras de la naturaleza. El pasaje es lo suficientemente importante como para reproducirlo íntegramente:

Incluso aunque todo aquello que nuestros sentidos han experimentado en el mundo real fuera manifiestamente en contra del contenido de estas dos leyes, la razón que me los enseña me parece tan fuerte que no dejaría de verme obligado a aceptarlos incluso en este nuevo mundo que describo; pues, ¿qué otro fundamento más firme y sólido puede encontrarse sobre el que establecer la verdad, si es posible elegirlo mediante la voluntad, que tomar la absoluta inmutabilidad y estabilidad de Dios?

Pero, se da el caso de que estas dos reglas se siguen tan sólo de que Dios sea inmutable y actuando siempre de la misma forma produce siempre el mismo efecto. Ya que si suponemos que Dios proporcionó cierta cantidad de movimiento a la materia en general en el momento de crearla, debemos pensar, pues, que conserva tanto movimiento en la materia —o si no, admitir que no actúa siempre de la misma forma. Y si suponemos también que desde el principio las diversas partes de la materia en la que se distribuyen heterogéneamente estos movimientos comienzan a conservarlos o a transferirlos de una a otra, según la fuerza que tengan, entonces tenemos que pensar necesariamente que El hace que esto se mantenga así. Y esto es lo que está contenido en estas dos reglas (XI, 43; las cursivas son mías).

¹³ Téngase presente que la segunda regla aquí corresponde a la tercera ley de la naturaleza en los *Principia* (P5), y la tercera regla equivale a la segunda ley de la naturaleza (P4).

¹⁴ «Ayant supposé la précédente» (XI, 41); «supposant cette Règle, il n'y a point du tout... de difficulté» (XI, 42).

Descartes autoconscientemente había reprimido este tipo de consideraciones metafísicas en la página 38, pero para la página 43 ha olvidado estas restricciones autoimpuestas, aunque tan sólo en lo que se refiere a la descripción de un nuevo modelo de universo. Parece claro que la primera frase del texto es contrafáctica; Descartes no piensa que la evidencia empírica sea extraña a las reglas, ya que acaba de discutir numerosos ejemplos que confirman estas reglas empíricamente. La posición parece ser que, incluso aunque la evidencia empírica pareciera contradecir las reglas, deberíamos aún aceptarlas y buscar después alguna forma de explicar las aparentes discrepancias. Lo que sigue, entonces, es un esfuerzo provisional para derivar las dos reglas primeras a partir de la inmutabilidad de las acciones de Dios y algunas suposiciones acerca de la materia («supposant...», XI, 43).

Antes de considerar el estatus de este argumento metafísico suplementario sería útil presentar la tercera regla de Descartes:

Que cuando un cuerpo se mueve... cada una de sus partes individualmente tiende siempre a continuar su movimiento en línea recta (XI, 43-4).

De nuevo, esta regla es seguida de una confirmación empírica con referencias al movimiento de las ruedas y al lanzamiento de piedras con honda. Al igual que en el caso anterior, la confirmación empírica es seguida de una explicación metafísica:

Esta regla está construida (*appuyée*) sobre el mismo fundamento que las otras dos, y depende tan sólo del hecho de que Dios mantenga todo mediante su acción continua y, consecuentemente, no lo conserve tal y como es en el momento previo sino precisamente tal y como es en el mismo instante en que lo conserva. Y, ¿no es cierto que, de todos los movimientos, sólo el movimiento en línea recta es simple y de tal modo que toda su naturaleza está comprendida en un instante? (XI, 44-5).

La acción de Dios consiste en conservar todo lo que existe tal y como es en un instante determinado, y el movimiento circular no puede definirse por referencia a un solo instante. Por tanto, Dios conserva el movimiento en cuanto éste sea rectilíneo, y el movimiento no lineal puede explicarse sólo por referencia a otras causas que interfieran en el mismo.

Hay una interesante comparación en la página siguiente de *Le Monde* entre la teoría escolástica de la implicación de Dios como causa primaria de las acciones humanas y la teoría de Descartes de la implicación causal de Dios en el movimiento de los cuerpos físicos:

Por tanto, de acuerdo con esta regla debemos decir que Dios sólo es el autor de todos los movimientos del mundo, desde el momento que estos existen, y en tanto en cuanto son rectilíneos; pero son las distintas configuraciones de la materia las que los hacen irregulares y curvos. Al igual que los teólogos nos enseñan que Dios es también el autor de todas nuestras acciones, desde el momento que éstas existen y contienen cierta medida de bondad, pero con las diversas disposiciones de nuestra voluntad las que pueden hacerlas malvadas (XI, 46-7).

En una referencia obvia a lo que más tarde escribiría como reglas del choque en la parte II de los *Principia*, Descartes dice que se abstendrá de presentar ninguna otra regla en concreto aparte de las que ya ha discutido.

Retrospectivamente, las reglas son consideradas como *explicadas* (no provocadas), y aquellas reglas que decide no discutir no son «supuestas» a pesar del hecho de que aparentemente se siguen infaliblemente de verdades eternas o leyes de la naturaleza: «*oultre les trois loix que j'ai expliquées, je n'en veux point supposer d'autres*» (XI, 47).

Sin anticipar la evidencia que proporcionan los *Principia*, está ya claro en *Le Monde* que no hay signos por parte de Descartes de un intento claro de deducir lógicamente la física a partir de la metafísica en el sentido de L2. F1 no aparece como tal, a pesar de estar incluido entre las suposiciones acerca de la materia que se adoptan en los primeros capítulos del libro. El equivalente de F2 es presentado como una hipótesis empírica, F3, F4 y F5 son cada uno garantizados inicialmente por la evidencia empírica y después corroborados mediante un argumento metafísico cuya función precisa no está clara. Y en el caso de F3, en concreto el argumento metafísico, resulta inocuamente una extensión del principio de razón suficiente para incluir el movimiento local. La ambigüedad de la relación física/metafísica permanece después de una lectura cuidadosa de *Le Monde*.

Los Principia

La parte I de los *Principia* se ocupa de los «principios primordiales del conocimiento humano» (VIII-1, 39), es decir, de los límites y certeza relativa de nuestras facultades cognitivas. El título de la parte II indica que ésta se ocupa de «los principios de las cosas materiales». Al igual que en el caso de *Le Monde*, Descartes está de nuevo intentando aportar explicaciones de una gran varie-

dad de fenómenos físicos meramente en términos de pequeñas partículas de materia en movimiento. Y para presentar su proyecto al lector vuelve a la cuestión de la esencia de la materia y la imposibilidad del vacío en los artículos iv-xx.

He sugerido anteriormente que F1 no es propuesto como proposición analítica en las *Regulae*; la discusión de «la esencia de la materia es la extensión» en los *Principia* apoya esta interpretación. Aquí Descartes concibe la extensión como la propiedad definitoria o característica de las sustancias materiales. Esto no es lo mismo que decir que la materia no tiene otras propiedades científicamente interesantes, ni implica que todas las demás propiedades de la materia puedan explicarse por reducción a una descripción geométrica de la extensión de los cuerpos materiales. Lo que quiere decir para Descartes es que ser espacialmente extensa es una condición necesaria y suficiente de la materialidad; esto es, obviamente, un análisis conceptual más que un intento de construir una teoría física adecuada.

La tesis de que la materia se define mediante la extensión está apoyada en un imaginario despojamiento de las otras cualidades de la materia, como en el ejemplo de la cera de las *Meditaciones*, y en el hallazgo de que no es posible concebir una porción de materia que carezca de extensión. La certeza intuitiva de esta conclusión, presumiblemente garantizada por la luz natural de la razón, es suficiente para garantizar el establecimiento de F1 como uno de los primeros principios de mayor certeza en la física. Esta consideración de F1, sin embargo, oculta muchos de los diferentes papeles que éste juega en el sistema cartesiano. En un sentido, F1 es una proposición metafísica. La interpretación tradicional de Descartes de la sustancia y los accidentes es tal que, ya que la extensión es un accidente, debe estar incluida en una sustancia. No podemos concebir la extensión sin que haya algo que sea extenso. Esta lectura metafísica de F1 justificaría su exclusión de la lista de los principios-F para situarlo en su lugar correcto entre los principios-M. Esta reclasificación subrayaría los efectos insignificantes de F1 sobre la física cartesiana, ya que podríamos leer las explicaciones físicas de los *Principia* excluyendo F1 sin que éstas perdieran su poder explicativo, al igual que podríamos leer la física cartesiana sin tener en cuenta la discusión de la existencia de Dios. La reclasificación de F1 resolvería también otro problema de la física cartesiana acerca de la densidad. Si la materia no es idéntica a la extensión sino que más bien está definida metafísicamente mediante esta propiedad, entonces, de acuerdo con esto, po-

dríamos introducir el concepto de densidad; y Descartes reconoce la necesidad de tal concepto en numerosas ocasiones¹⁵.

Sin embargo, a pesar de que F1 es ocioso en la física cartesiana, actúa además como una suposición metodológica de cómo debería construirse la ciencia. Es una declaración resumida, no sólo de la erradicación de las formas escolásticas de la ciencia, sino también un compromiso de proporcionar explicaciones mecánicas para muchas de las otras cualidades que pueden conocerse de los cuerpos materiales, tales como el color, el magnetismo, la inercia, etc. Como declaración programática de corrección, más que como declaración de hecho o premisa metafísica, F1 debe aún ser confirmada o desechada según su éxito a la hora de dar forma a una física afortunada, al igual que Descartes desea garantizar que su método en general está abierto a tales pruebas experimentales¹⁶.

F2 es una suposición, basada en la evidencia empírica, que es considerada como garantizada en el contexto de los *Principia*. Hay una mayor conciencia aquí del estatus hipotético de la suposición que en *Le Monde*, y esto se ve claramente en un texto clave en la parte III, artículo xlvii:

Pero no podemos determinar solamente mediante la razón cuál es el tamaño de estas partículas de materia, con qué rapidez se mueven, y en qué círculos se mueven; ya que podrían haber sido determinadas por Dios de muy diversas formas distintas, y sólo la experiencia puede enseñarnos cuál de estas posibilidades fue la elegida con preferencia sobre otras. Y por tanto somos libres para suponer cualquier cosa que deseamos acerca de ellas, con la condición de que cualquier cosa que se siga de nuestra suposición, esté de acuerdo con la experiencia (VIII-1, 100-101).

Podríamos legítimamente considerar que la elección de hipótesis que hace Descartes podría haberse beneficiado enormemente de haber examinado con mayor atención las opciones abiertas por Dios; pero difícilmente podríamos culparle por esta declaración absolutamente clara del estatus hipotético y empírico de F2.

La presentación de las tres leyes de la naturaleza en los *Principia* implica una interesante mezcla de análisis conceptual, corroboración empírica y explicación metafísica. La explicación del movimiento de las partes de la materia implica la especificación de dos tipos de causa: la primera de las cuales es «universal y primaria,

¹⁵ Véase el Apéndice 2.

¹⁶ Sobre el carácter hipotético de este método y su necesidad de la confirmación, véase las *Regulae*, X, 371, 404 y 417; Descartes a Mersenne, abril 1637 (I, 349); Descartes a Vatier, febr. 22, 1638 (I, 560); y Descartes a Mersenne, diciembre 1637 (I, 748).

la cual es la causa general de todos los movimientos en el mundo», y la segunda es la causa concreta que explica «cómo las partes individuales de materia adquieren movimiento cuando anteriormente carecían de él» (VIII-1, 61). La causa primaria es Dios, mientras que las secundarias son las leyes de la naturaleza, F3-F5

Descartes piensa que es obvio que Dios es la causa primera: «En lo que se refiere a la causa general, me parece (*videtur*) claro que no es otra sino Dios...». El texto francés refleja la falta de certeza de «*videtur*» con «il me semble que...» (IX-2, 83). Como en la discusión de *Le Monde*, la causalidad de Dios es aquí operativa mediante su «concurrency ordinaria», «*per solum suum concursum ordinarium*» (VIII-1, 61). Esto refleja la suposición escolástica de Descartes de que no es necesaria una mayor intervención por parte de Dios, aparte del acto aislado de la creación/conservación, para conservar el movimiento de la materia en el universo. Es más, hay tal perfección en Dios que no sólo es inmutable él mismo, sino que actúa siempre de una forma que es así mismo constante e inmutable. Por tanto, debemos suponer (*supponere debeamus*) que no hay cambios en la naturaleza excepto aquellos que la experiencia o la revelación divina nos enseñan. La conclusión que se dibuja es simplemente que deberíamos suponer que la cantidad de movimiento imprimida inicialmente sobre la materia en la creación se conserva:

Por tanto se sigue que está más de acuerdo con la razón para nosotros pensar que Dios... conserva siempre la misma cantidad de movimiento en la materia (VIII-1, 61-62).

Son estas suposiciones acerca del carácter inmutable de los efectos de Dios en la naturaleza las que proporcionan algún tipo de base a las leyes de la naturaleza.

Descartes presenta la tercera ley, F3, como sigue:

Y a partir de esta misma inmutabilidad divina se pueden conocer (*cognosci possunt*) algunas leyes o reglas de la naturaleza que son las causas secundarias o concretas de los diversos movimientos que advertimos en los cuerpos individuales (VIII-1, 62).

La edición francesa traduce «*cognosci possunt*» como: «*nous pouvons parvenir à la connaissance*» (IX-2, 84). En ninguno de los dos casos hay ninguna referencia a la deducción. La justificación de F3 es idéntica a la que encontramos en *Le Monde*. Son dos los argumentos que se brindan, uno una extensión del principio de

causalidad al caso del movimiento, y el otro una corroboración patentemente empírica. «Et vero quotidiana experientia in iis quae projiciuntur, regulam nostram omnino confirmat»; «Nous voyons tous les jours la preuve de cette première règle» (VIII-1, 63; IX-2, 85).

El papel de la inmutabilidad de Dios como un argumento más respecto a la primera ley presenta una ambigüedad entre los dos sentidos de «principio» discutidos anteriormente en § 10. De hecho, el concepto de ley es ambiguo en el mismo sentido. Descartes habla de dos causas del movimiento, la causa primaria (Dios) y las causas secundarias (leyes). Evidentemente estas últimas no son proposiciones. En este contexto, el término «ley» debe referirse a las regularidades reales que existen en la naturaleza descritas en las proposiciones de la parte II de los *Principia*. Correspondientemente, «cognosci possunt» puede significar: i) que podemos descubrir la ley o podríamos estar dispuestos inicialmente a aceptar tal hipótesis debido a nuestra aceptación previa de la inmutabilidad de Dios; y podría también significar, ii) que podríamos establecer la verdad de la ley, esto es, confirmarla, por referencia a la inmutabilidad de Dios. Sin embargo, podría también significar con la misma facilidad algo completamente distinto: es decir, que la inmutabilidad de Dios, esto es, la propiedad de Dios y no una proposición acerca de ella, es la causa de la condición natural que describe la primera ley de la naturaleza. La tercera interpretación está apoyada por el artículo xxxix, donde se lee:

la causa de esta (es decir, la segunda) regla es la misma que para la primera, es decir, la inmutabilidad y simplicidad de la acción (*operationis*) por medio de la cual Dios conserva el movimiento en la materia (VIII-1, 63)¹⁷.

Esta interpretación sería equivalente a decir: la explicación de la conservación del movimiento en el universo es la inmutabilidad de Dios, pero nuestra creencia en esto último no constituye necesariamente una confirmación aparte de las leyes de la naturaleza.

De nuevo, en el caso de F4, la inmutabilidad de Dios juega al menos un papel explicativo frente a la segunda ley de la naturaleza, ya que la referencia a la inmutabilidad de Dios se sigue, como en *Le Monde*, de un análisis del movimiento de un cuerpo en cualquier instante, y ya que el movimiento de un cuerpo sólo puede definirse como lineal en un instante, podemos ver que la inmutabilidad de Dios explica por qué los cuerpos en movimiento tienden a ha-

¹⁷ En francés: «Cette règle... depend de ce que Dieu est immuable» (IX-2, 86).

cerlo en línea recta. «Y esto es confirmado por la experiencia» (VIII-1, 64)¹⁸.

La tercera ley de la naturaleza es presentada en el artículo xl. Los dos artículos siguientes comienzan con: «Demonstratur... prior pars hujus legis» y «demonstratur» pars altera» (VIII-1, 65, 66). Los títulos al margen emplean ambos la palabra «probatio»; sin embargo, mientras en cada caso la traducción francesa mantiene la connotación de prueba en los títulos del artículo con el término «la preuve», la primera frase en cada uno suaviza el impacto de «demonstratur» con: «On connaît encore mieux la vérité de la première partie» y «on connaît mieux ainsi la vérité de l'autre partie» (IX-2, 87). La prueba propuesta para la primera parte consiste en un análisis conceptual, con una distinción entre el movimiento de un cuerpo, y la determinación del mismo¹⁹. La prueba de la segunda parte de F5 se basa de nuevo en la inmutabilidad de Dios. Ya que la acción de Dios al crear el universo es idéntica a la conservación de lo creado, es obvio (*perspicuum est*) que cualquier cantidad de movimiento que imprimiera inicialmente en la materia se conserva del modo que sea.

Descartes continúa la discusión determinando cómo estas leyes actúan en casos concretos de colisiones entre dos cuerpos completamente inelásticos. El latín original habla de «determinar» (*determinare*) los resultados en cada caso —lo que equivale aproximadamente a «calcular»; mientras que el francés traduce esto por «deduce» (*déduire*: IX-2, 89). Para aquellos que piensan que las tres leyes de Descartes han sido deducidas a priori a partir de consideraciones metafísicas y que las reglas del choque son a cambio deducibles a partir de las leyes, les podría parecer como si el carácter contra-experimental de esto último fuera una prueba decisiva en contra de las leyes y, lo que es más importante, en contra del procedimiento metodológico de Descartes en este punto de la física. Sin embargo, las leyes del choque no son tan desconcertantes para Descartes como podría parecer inicialmente, ni se deducen simplemente a partir de las leyes. En el Apéndice 2 se lleva a cabo una discusión más detallada de la importancia de las leyes del choque en la metodología científica de Descartes.

Una vez examinada la forma en que Descartes presenta F1-F5, tanto en *Le Monde* como en los *Principia*, podemos regresar a la cuestión que planteábamos al principio: ¿hasta qué punto los mo-

¹⁸ En francés: «Et nous en sommes assurés par l'expérience» (IX-2, 86).

¹⁹ Para ulterior discusión de esta distinción véase el Apéndice 2.

delos lógicos, L-L6, representan fielmente los esfuerzos de Descartes por proporcionar fundamentos metafísicos para F1-F5?

F1 debería reclasificarse como principio metafísico; para ser más exactos, debería ser reconocido como un interesante ejemplo de la frontera entre física y metafísica, en la que una disputa aparentemente metafísica tiene importantes implicaciones tanto conceptuales como metodológicas para el tipo de física que Descartes está interesado en construir. Considerando la ambigüedad como metafísica y metodológica en F1, Descartes presumiblemente clasificaría su justificación en términos de L1 y L2. En la terminología kantiana, F1 es una proposición sintética *a priori* que Descartes no reconoce adecuadamente como relacionada con un determinado entramado conceptual²⁰.

F2 es obviamente una proposición empírica para Descartes, y es además hipotética. Esto no indica que la forma en la que Descartes aborda la clasificación de las partes de la materia no esté influida de forma importante por las categorías de los filósofos de la naturaleza que le preceden; sin embargo, incluso en el caso de que Descartes fuera culpable de observaciones insuficientes y poco fiables, y de restringirse indebidamente a las categorías clásicas, al menos no interpreta F2 más que como una hipótesis de base empírica aparentemente afortunada.

¿Qué es lo que ocurre respecto a F3, F4 y F5? ¿Deberían ser interpretadas como paradigmas dentro de la ciencia cartesiana de procedimientos del tipo de L2? Hay dos buenos argumentos para no pensar que Descartes construya F3-F5 como una deducción lógica a partir de los principios-M. El primer argumento se basa en la estimación de Descartes de la relativa inmunidad frente al error de la física y la metafísica; el segundo argumento se basa en aprovechar la vaguedad del uso cartesiano de «demostrar» y «deducir» para interpretar los textos examinados en esta sección.

Descartes admite —aunque sea a regañadientes— que su física puede estar fundamentalmente equivocada. Si la física se dedujera lógicamente a partir de la metafísica, entonces, en contraposición, la refutación de la física implicaría la misma suerte para la metafísica. Esta es la posibilidad que Descartes desea evitar. Por tanto, este relativo deseo de conceder la posibilidad de error en la física frente a la metafísica sólo puede conciliarse mediante una relajación de la supuesta conexión deductiva entre ambas.

²⁰ Cf. Wilfrid Sellars: «Is there a syntetic *a priori*?» en *Science, Perception, and Reality*, pp. 298-320.

Lo que está aquí en juego no son objeciones menores a una teoría científica que pudieran conciliarse mediante cambios apropiados de detalle sino una objeción básica a las suposiciones conceptuales y metodológicas de su proyecto científico completo. Supongo que en su tiempo no había una alternativa científica disponible que pudiera presentar una objeción semejante; Descartes consideró que una objeción fundamental provendría, por el contrario, de la revelación divina, o a partir de las enseñanzas de la Iglesia acerca de la revelación, hasta el punto de ser aceptada como un cuestión de fe. Ahora, por supuesto, podríamos interpretar las puntualizaciones de Descartes acerca de la Iglesia y la revelación como meras concesiones al *establishment*, pero esto no se ajustaría a la evidencia que proporciona su correspondencia y el resto de sus escritos, las cuales apuntan más hacia una interpretación tradicional de la prioridad de la revelación sobre la razón. Más de acuerdo con la realidad, Descartes estaría jugando a dos bandas en esta cuestión al afirmar que la ciencia y la religión no pueden entrar en conflicto, y en el caso de que éste se produjera, la ciencia cedería la prioridad a las certezas de la revelación divina.

Descartes escribe que la filosofía (que en este sentido amplio del término incluye la ciencia física) no puede entrar en conflicto con la revelación: «En lo que a la teología se refiere, ya que una verdad no puede estar en conflicto con otra, sería impío temer que las verdades descubiertas por la filosofía pudieran estar en conflicto con las de la fe» (VII, 581). Las verdades de la revelación están más allá del alcance de la crítica racional: «las verdades de la revelación... están por encima de mi inteligencia, y no me atreveré a someterlas a la debilidad de mi razonamiento» (VI, 8). Ya que Descartes cree que la revelación divina debe ser aceptada sin someterla a crítica alguna, en el caso de un enfrentamiento real o aparente entre las dos se deberán adoptar las indicaciones de la fe:

las cosas que son reveladas por Dios deben ser creídas como las más ciertas de todas. Sin importar cuán claro y distinto pueda parecernos a la luz de la razón lo contrario, deberemos poner nuestra fe en la autoridad divina más que en nuestro propio juicio (VIII-1, 39)²¹.

²¹ Pese a las claras indicaciones sobre la imposibilidad de que revelación y razón lleguen a chocar, hay un cambio interesante en la traducción al francés de este pasaje latino de VIII-1, 16. En el original se dice: «la luz natural ha de tener crédito en tanto que ninguna cosa contraria haya sido revelada por Dios», mientras en la traducción sólo se dice: «tendríamos que estar seguros de que... cuanto hemos visto una vez con claridad y distinción como perteneciente a la naturaleza de las cosas tiene la perfección de la verdad» (IX-2, 37). Tal vez la omisión de garantizar la razón en la segunda versión

Y el capítulo final de los *Principia* reafirma este punto de vista ortodoxo: «plenamente consciente de mi debilidad nada afirmo, sino que someto todas estas cosas a la autoridad de la Iglesia católica y al juicio de los sabios» (VIII-1, 329 y IX-2, 325).

La teoría de Descartes acerca de la prioridad de la revelación sobre la razón como una fuente de verdad debe interpretarse como una concesión de la posibilidad real de que su física y su filosofía estén equivocadas de forma fundamental. Si la física y la metafísica están atadas juntas mediante deducción lógica, en el caso improbable de un error de fundamento, las dos caerían juntas. Por otro lado, Descartes tiene dos razones para dar un tratamiento preferencial a la metafísica sobre la física: i) los argumentos que apoyan los enunciados metafísicos son menos susceptibles de error que la evidencia experimental, que es la base sobre la que se apoya la física; y ii) Descartes necesita mantener intacta su teoría del conocimiento para explicar la posibilidad de error en la física. Esto implicaría un relajamiento en la conexión supuestamente deductiva entre física y metafísica y, en caso de existir objeciones a la primera, implicaría que la fuente de error sería atribuible a los fundamentos de la física, es decir, los principios-F. Esto es parte de lo que Descartes quiere decir cuando afirma que la metafísica proporciona una base a la física. Ya que aparte de cualquier otra posible relación entre ellos, los textos citados anteriormente en § 11 conllevan la tesis de que la metafísica como teoría del conocimiento establece la posibilidad de conocimiento científico tanto en la física como en la matemática.

El segundo argumento en favor de la relajación del supuesto lazo entre metafísica y física depende de la sobreposición de sentidos de palabras como «demostración», «prueba», «explicación» y «deducción», que fueron discutidos en el capítulo 3²². Dado el uso peculiar cartesiano de estos términos, no hay una buena razón para suponer que el término «demostrar» quiera decir «probar» en todos los contextos, o incluso que el término «deducir» deba significar «derivar mediante encadenamiento lógico». Para Descartes, una explicación aceptable de un fenómeno físico que relacione

²² tanto un signo de la confianza de Descartes en la razón como un posible indicio de un cambio de opinión. Cf. Descartes a (Hogelande), agost. 1638 (II, 347-8); y Descartes a Mersenne, dic. 1640 (III, 274): *Conversation with Hurman*, Cottingham, pp. 33, 46-7.

²³ La ambigüedad en torno a «demostración» no era peculiar de Descartes. Véase Ernan McMullin, «The conception of science in Galileo's work» en *New Perspectives on Galileo*, ed. R. E. Butts y J. C. Pitt, pp. 209-57, para algo similar en Galileo.

apropiadamente las proposiciones acerca de las causas con las proposiciones relativas a los efectos es denominada deducción, sea cual sea su carácter lógico. De acuerdo en que la evidencia presente en los textos de *Le Monde* y los *Principia* no es decisiva en este caso. Sin embargo, parece más que una coincidencia que en el momento de revisar su discusión de F3-F5, en ambos contextos, Descartes se refiere más a la explicación que a la prueba de las reglas:

Pero me conformaré con informarle de que, aparte de las tres reglas que he explicado (*expliquées*), no deseo suponer (*supposer*) ninguna otra (XI, 47).

Y ya que podemos explicar todos los fenómenos naturales de esta forma, como se verá de lo que sigue, no creo que debamos aceptar ningunos otros principios en la física, ni que debamos esperar otros aparte de estos que han sido explicados (*expliqués*) aquí (IX-2, 102)²³.

Por otra parte, es obvio en el caso de *Le Monde* que cada una de las tres reglas o leyes de la naturaleza es presentada como una suposición; sin embargo, a pesar de ser conscientemente adoptadas como hipótesis, aún se considera que están basadas en la inmutabilidad de Dios. Y en los *Principia*, aunque las leyes son demostradas a través de la inmutabilidad de Dios, son también confirmadas mediante la experiencia ordinaria. La confirmación empírica de las leyes es reiterada al final de los *Principia*, donde se afirma que F3-F5 son: «confirmadas por todas las experiencias que a diario son ciertas» (VIII-1, 323)²⁴. Si las leyes estuvieran encadenadas lógicamente a principios metafísicos a priori, entonces sería incoherente seguir llamándolas hipótesis, y sería redundante recordar constantemente al lector que son confirmadas mediante la experiencia ordinaria.

Además del tipo de corroboración experimental directa a la que recurre en la discusión de cada ley, Descartes también argumenta a favor de la adopción de los principios-F de muchas otras formas. Entre estos argumentos garantizadores menciona: i) la simplicidad de los principios (VIII-1, 102; XI, 201); ii) la claridad conceptual y la razonabilidad intuitiva de los principios (VIII-1, 102); iii) el hecho de que su número es escaso (VI, 239; XI, 7-8, 328); iv) que sus implicaciones están de acuerdo con la experiencia (VIII-1, 99, 101); y v) que explican muchos fenómenos que no habían sido considerados en el momento en que se formularon los principios (IX-2, 122); Descartes a Morin, 13 de julio de 1638: II, 199).

²³ La frase final «que ceux qui sont ici expliqués» sólo aparece en el texto francés como adición al texto original.

²⁴ «Certis et quotidianis experimentis confirmatas» (VIII-1, 323); en francés «Prouvée par une infinité d'experiences» (IX-2, 318).

Diffícilmente podríamos pedir una declaración más explícita que ésta del estatus hipotético de los principios-F y de su confirmación empírica mediante su éxito explicativo. Por supuesto, una confirmación empírica similar es compatible con el intento de derivar los principios-F de los principios-M mediante implicación estricta. Donde la evidencia se aparta de esta interpretación, en cualquier caso, la discusión de Descartes de la confirmación empírica de los principios-F corrobora más la interpretación sugerida.

Por tanto, excepto F1 que oscila entre la metafísica y la metodología, y F2, que es casi exclusivamente confirmado mediante la evidencia empírica, F3-F5 son confirmados mediante numerosos tipos de argumentos que son tan sólo parcialmente explicados mediante L4, L5 y L6, sustituyendo en cada caso la implicación estricta por algún lazo deductivo menos riguroso. La interpretación menos plausible, a la luz de la evidencia, es L2.

Al rechazar L1 o L2 como modelos plausibles de la interpretación cartesiana de la relación entre la física y la metafísica el peso de la discusión recae sobre dos puntos:

a) Descartes no tiene éxito en su intento de deducir lógicamente los principios-F de la metafísica, con la excepción de F1, y no se debería interpretar que intenta lo imposible cuando es posible dispensarle de semejante tontería.

b) Un examen del lenguaje de Descartes indica que «deducir» y «demostrar» no significan lo mismo que lo que al lector de hoy día puede parecer, ni la discusión de Descartes de la confirmación de los principios-F coincide con una deducción lógicamente estricta de los principios-F a partir de la metafísica.

En su lugar, debemos interpretar que la metafísica cartesiana proporciona un fundamento a la física en un sentido mucho más ambiguo y más rico: la metafísica establece la posibilidad de que la ciencia física sea un tipo de conocimiento cierto; las consideraciones metafísicas proporcionan el conocimiento de la causa primera, la cual explica la actuación de las causas secundarias del movimiento; argumentos metafísicos o metodológicos determinan qué tipo de entidades pueden considerarse explicativas en física y qué tipo de argumentos son pruebas. Hasta cierto punto, es incluso cierto que la integración de principios-F apropiados con los principios-M ya establecidos ayuda a corroborar los principios-F. En este complejo sentido, la física es demostrada por la metafísica o la física es deducida a partir de la metafísica. Podremos seguir de esta forma describiendo el papel fundamentador de la metafísica tan sólo con la condición de que reconozcamos estar hablando el lenguaje de Descartes y no el nuestro.

Si el argumento de los capítulos anteriores puede considerarse verosímil, y podemos excusar a Descartes de las tesis más características del racionalismo, surgen aún dos cuestiones igualmente inoportunas. Una de ellas se refiere a la interpretación cartesiana de la explicación científica: ¿cuáles serían los requerimientos necesarios según Descartes para que una explicación propuesta pueda considerarse verdaderamente científica? Y en segundo lugar, ¿de qué forma podría evaluarse la verosimilitud de tales explicaciones? Las dos cuestiones están interconectadas, ya que si imaginamos que las explicaciones cartesianas son hipotéticas, esto tiene sus correspondientes implicaciones en cualquier discusión de su evaluación. Y si pensamos que Descartes rechaza la evidencia experimental en la confirmación o desconfirmación de las explicaciones, esto tiene así mismo implicaciones obvias en lo que se refiere a su interpretación de la explicación. Por conveniencia de la exposición, la primera cuestión —acerca del concepto cartesiano de explicación— es discutida aquí, mientras que diferiremos la segunda cuestión al capítulo siguiente.

§ 13. *Explicaciones causales*

Explicar un fenómeno físico, para Descartes, es equivalente a:
i) especificar sus causas eficientes, y ii) describir el mecanismo me-

dante el cual el fenómeno es resultado, de alguna manera «necesario», de las supuestas causas. Si combinamos este concepto bastante general de explicación con otras suposiciones metafísicas y metodológicas de la ciencia cartesiana, surge rápidamente una interpretación más específica de la explicación científica. Por ejemplo, Descartes supone que es posible explicar todos los fenómenos físicos en términos de movimientos e interacciones de diminutas e imperceptibles partículas de materia¹. Ya que sólo las explicaciones causales son satisfactorias, se sigue de esto que cualquier descripción que Descartes desee respaldar ha de ser hipotética. Por otro lado, Descartes no desea obviamente conformarse con meras conjeturas, lucubraciones o suposiciones no probadas; así que, aunque emplea la palabra «hipótesis» para dejar implícito que no poseemos acceso directo experimental a las causas o mecanismos que nuestra teoría científica pretende explicar, al mismo tiempo cree poder eliminar la incertidumbre de las hipótesis mediante una variedad de diferentes estrategias. La manera cartesiana de abordar la construcción de hipótesis, la elección de explicaciones alternativas, y la confirmación o refutación de explicaciones científicas propuestas se examina con más detalle en el capítulo siguiente. Por el momento, es suficiente con advertir que la imperceptibilidad de los tipos de causas que están implicados y de los mecanismos mediante los que actúa implica que la explicación científica cartesiana debe ser hipotética².

Las explicaciones científicas son también *a priori*³. Esta es una expresión confusa para el lector contemporáneo cuya interpretación del «*a priori*» está demasiado influida por Kant. Ya que mientras ahora «*a priori*» quiere decir algo así como: «independiente de la experiencia o la evidencia empírica», para Descartes quiere decir un sólo algo parecido a: «causal». Esto es aparentemente lo que Descartes quiere decir cuando en la *Dióptrica* se refiere a su des-

¹ *Principia*, VIII-1, 326: «He tratado de descubrir, a partir de los efectos y partes sensibles de los cuerpos naturales, el carácter de las causas y elementos insensibles de los mismos».

² Para una formulación mucho más precisa de esta posición véase Pierre-Beylvaïn Régis: *Cours entier de philosophie ou système generale selon les Principes de M. Descartes*, vol. 1, p. 247; «en el caso de los cuerpos físicos, debido a que sus partes son inobservables no podemos percibir ni el orden ni la disposición de las partes, y lo máximo a lo que podemos aspirar es a conjeturarlos a partir de los efectos conocidos».

³ Cf. L. J. Beck: *The method of Descartes*, p. 249, nota 1, «Descartes admite que la existencia de un individuo particular no puede probarse *a priori*; su postura es que toda explicación científica es *a priori*; parece que Beck no entiende «*a priori*» como lo entiendo yo.

cripción de la refracción óptica como «a priori»; en 1638 escribe a Mersenne: «Debería usted saber que he demostrado las refracciones geométricamente y a priori en mi *Dióptrica*, y estoy sorprendido de que aún lo dude» (II, 31). Del mismo modo, sobre la reflexión, en una carta a Mersenne de 1640, escribe: «Creo que, en el segundo discurso de mi *Dióptrica*, he proporcionado una explicación a priori de por qué la reflexión tiene lugar con ángulos iguales» (III, 82). En cada caso, una explicación a priori del fenómeno óptico en cuestión es una explicación en términos de movimientos de partículas de «luz» y de sus interacciones con los distintos tipos de medios o superficies.

Hay dos razones para interpretar estos textos como referencias a explicaciones causales más que a explicaciones independientes de la evidencia empírica. Una de las razones es que Descartes admite abiertamente que las afirmaciones generales acerca de la naturaleza de la materia y la luz que se encuentran al principio de la *Dióptrica* son suposiciones o hipótesis. Así, escribe a Plempius en diciembre de 1637:

Lo que propongo en los primeros capítulos acerca de la naturaleza de la luz, y acerca de la forma de las partículas de sal y agua dulce, no son mis principios como usted parece objetar, sino más bien las conclusiones que son demostradas por todo lo que sigue (I, 476).

Al año siguiente escribe de forma similar a Vatier acerca de las suposiciones generales que inician la *Meteorología*:

En lo que respecta a lo que supongo en mi *Meteorología*, no me sería posible demostrarlo a priori sin emplear toda mi física; pero las experiencias que se deducen necesariamente de ello —las cuales no pueden deducirse igualmente de otros principios— me parecen demostrarlo a posteriori suficientemente (I, 563)⁴.

Esto sugiere que las suposiciones introductorias de los dos ensayos, la *Dióptrica* y la *Meteorología*, no poseen una demostración

⁴ Cf. también Descartes (¿a P. Fournet?), octub. 3, 1537 (I, 455); Descartes (¿a Boswell 1646?) (IV, 689), donde se refiere a la página 42 del *Discurso*: «Respecto a la materia sutil, es cierto que no la pruebo a priori; pero puesto que no tenía la intención de tratar por completo de mi filosofía en dicho libro, me limité a empezar por algo y entonces escribí que la presuponía. Pero sostengo que en la *Meteorología* y en la *Dióptrica* se dan más de quinientas razones que dan pruebas a posteriori de ella; esto es, explico más de quinientas dificultades que no tendrían explicación sin ella». Véase también a Morin, jul. 13, 1638 (II, 201), donde se dice algo similar sobre las presuposiciones «de la pág. 42 del *Discurso del Método*».

a priori, sea cual sea el significado de este término; y al mismo tiempo proporcionan una explicación de la refracción o la reflexión.

La otra razón que apoya la interpretación causal de la frase «a priori» es el empleo que hace Descartes del término en casos donde la evidencia empírica es la única fuente de garantía de una afirmación a priori. Por ejemplo, Descartes escribe a Mersenne en 1632 acerca de la posibilidad de construir una explicación a priori de todos los cuerpos terrestres.

Ya que, a pesar de que las mismas (las estrellas fijas) parecen estar irregularmente repartidas en el firmamento, sin embargo no dudo que hay un orden natural entre ellas, el cual es regular y determinado. Y el conocimiento de este orden es la llave y el fundamento de la más alta y perfecta ciencia... Ya que por medio de esta ciencia podríamos conocer a priori todas las diversas formas y esencias de los cuerpos terrestres mientras que sin ella tenemos que conformarnos con suponerlas a posteriori, y a través de sus efectos. Y no puedo pensar en nada que pudiera ayudarme más para llegar a conocer este orden que la observación de los cometas (I, 250-51; las cursivas son mías).

Descartes continúa su carta instando a cualquiera a compilar un inventario completo de toda cosa conocida sobre el firmamento, «de acuerdo con el método baconiano... y sin introducir ninguna explicación o hipótesis» (*ibid.*, 251). Si una explicación a priori de los fenómenos terrestres debiera, en teoría, empezar con una lista baconiana de todos los hechos conocidos, debe ser obvio que Descartes quiere decir algo más que «no empírico» con «a priori». La lectura natural del texto es: la información empírica es el punto de partida de una vía de penetración para una comprensión del orden de los cuerpos celestes que subyace bajo su aparente irregularidad. Y una vez descubierta esta teoría podríamos entonces explicar por qué los cuerpos terrestres son tal y como aparecen. En otras palabras, podríamos conocer las causas que explican los efectos observados⁵.

En términos más generales, la descripción cartesiana de un fenómeno físico implica situar una descripción suficiente del *explicandum* dentro de un entramado más general, de forma que la descripción sea deducible (en el más amplio sentido cartesiano) a partir de la descripción de las partículas de materia, sus movimientos y sus interacciones. La descripción adecuada de las partículas de

⁵ Vid. Descartes a un corresponsal desconocido (¿1648?); «Yo no he descrito en modo alguno todos los movimientos de cada planeta en detalle en mi *Principia*, pero he asumido en general todos aquellos relativos a los planetas de los que han dado cuenta los observadores, y he tratado de explicar sus causas» (V, 259).

materia puede situarse, a su vez, dentro de un entramado más amplio, de modo que veremos la estructura lógica de una explicación como algo parecido a lo que sigue:

...Q1... Q2... Q3...

donde cada Q representa un grupo de proposiciones, y las conexiones entre ellas son las deducciones cartesianas. En este modelo, Q3 puede explicarse a priori por referencia a Q2, mientras que Q2 puede ser confirmada a posteriori mediante Q3. Sin embargo, Q2 puede ser meramente postulada como una suposición, ya que no hemos regresado aún hasta Q1 en nuestra serie de explicaciones, y por tanto Q2 no puede considerarse explicada o demostrada a priori. A pesar de este estatus de no demostrada, Q2 puede aún actuar proporcionando una explicación a priori de Q3.

Aunque de esta forma Q3 está provista de una explicación a priori, no hay ninguna indicación en absoluto de que sea conocida a priori en el sentido kantiano del término. Descartes aclara este punto en una carta a Plempius:

a partir de la forma oblonga e inflexible de las partículas de sal he deducido... tantas otras cosas como es posible y que resultan obvias para los sentidos. Deseaba explicar lo último a partir de lo primero como los efectos a partir de sus causas, pero no probarlos ya que son sobradamente conocidos (I, 476).

Nada indica que Q2 (*el explanans*) sea conocido a priori, ni en el sentido kantiano ni en el cartesiano; como en el ejemplo citado más arriba acerca de los cuerpos terrestres, el *explanans* puede ser descubierto empíricamente y, en el caso de la *Dióptrica* y la *Meteorología*, puede él mismo no estar provisto de una explicación (a priori). Así que para Descartes, una explicación a priori es una descripción de un fenómeno físico en términos de conceptos más simples y primitivos, es decir los conceptos de forma, tamaño y movimiento de las partículas de materia⁶.

Las causas de los fenómenos físicos postuladas por Descartes deben explicar aparte de que los acontecimientos físicos son tal y como los observamos, que éstos no podrían ser de ninguna otra

⁶ En una carta a Mersenne, nov. 15, 1638, Descartes explica lo que entiende por conocimiento a priori de la potencia elevadora de una máquina: «No hay otro medio... de conocer a priori la magnitud de este efecto, a saber, qué peso y qué magnitud de peso puede ser elevado con semejante máquina, salvo midiendo la cantidad de la acción que causa este efecto, i. e. de la fuerza que ha de ser empleada para este fin» (II, 433). De nuevo, en este caso, un conocimiento a priori es un conocimiento por causas.

forma distinta de la que son. Este aspecto está subrayado en una carta a Mersenne de 1645, y se encuentra lo suficientemente próximo a la visión clásica aristotélica en los *Analíticos Posteriores* como para considerarlo prácticamente una paráfrasis:

En lo que se refiere a la Física, creo que no sabría nada en absoluto si todo lo que pudiera decir fuera solamente cómo son las cosas, sin ser capaz de probar que éstas no pueden ser de otro modo (11 de marzo de 1640: III, 39).

Esto está relacionado con una objeción de Morin en el sentido de que es muy fácil construir causas hipotéticas *ad hoc* para explicar cualquier efecto concebible. Descartes responde a la objeción como sigue:

Aunque ciertamente hay muchos efectos que pueden ser fácilmente atribuidos a causas diferentes, con una causa para cada efecto, no es, sin embargo, tan fácil adecuar una sola causa a varios efectos diferentes, si ésta no es de hecho la verdadera causa que los produce (Descartes a Morin, 13 de julio de 1638: II, 199).

De nuevo este punto se superpone con la discusión del siguiente capítulo acerca de cómo llegaríamos a conocer qué hipótesis es la correcta; sea como fuere, Descartes se propone claramente que una explicación científica adecuada implique especificar la causa única o correcta de cualquier fenómeno dado y por tanto una explicación de cómo el efecto está completamente determinado por la hipotética causa. Aparte de las connotaciones latentes de una lógica estrictamente deductiva de la explicación, esto indica también que una explicación científicada adecuada debe ser capaz de concretar el mecanismo real mediante el cual el efecto es resultado de una causa, más bien que indicar meramente una variedad de formas posibles en las cuales esto puede suceder. He ignorado en esta sección hasta aquí cuestiones acerca de la relación entre las hipótesis físicas y la metafísica, y he evitado el área problemática y dudosa en la que un *explanans* deja de ser claramente una hipótesis física. Si podemos mantener la misma actitud de hacer la vista gorda mantenida hasta ahora, parece que una explicación científica de algo descrito por Qn implica a Qn-1, y del mismo modo una explicación causal o a priori de Qn-1 implica una referencia a Qn-2. La lógica para especificar Qn-1, o Qn-2, etc., es, al menos en parte, hipotético-deductiva⁷.

⁷ Sólo en parte, puesto que aquí actúan significativamente diversos presupuestos empíricos, metodológicos y metafísicos ya aceptados por Descartes en relación con lo que se puede entender como un *explanans* aceptable.

Y además de describir la causa hipotética de un fenómeno dado, una explicación física debe también describir el mecanismo mediante el cual el efecto observado se sigue inevitablemente de la causa propuesta. Desde el momento que la causa es inobservable, el mecanismo mediante el que actúa será asimismo inobservable y por tanto la descripción del mecanismo ha de ser inevitablemente hipotética.

§ 14. Relojes, códigos e hipótesis

Los ensayos científicos de 1637, la *Dióptrica* y la *Meteorología* son claramente hipotéticos. Descartes inicia cada uno de los ensayos con varias suposiciones acerca de la materia en movimiento que son empleadas en la construcción de explicaciones de fenómenos concretos tales como la reflexión, la refracción o el arco iris. La lógica de este planteamiento es aclarada por Descartes en la Parte VI del *Discurso*:

ya que la experiencia hace la mayoría de estos efectos absolutamente ciertos, las causas a partir de las cuales los deduzco son empleadas no ya para probarlos sino para explicarlos; y por el contrario, son estas últimas (las causas) las que son probadas por los primeros (VI, 76)⁸.

Esto lleva a mayores inquisiciones por parte de los lectores, especialmente Morin y Mersenne⁹. Como réplica a Mersenne, Descartes delimita uno de los más claros y mejor conocidos de sus intentos por analizar las explicaciones científicas:

Me pregunta si creo que lo que he escrito acerca de la refracción es una demostración. Y yo creo que lo es, al menos hasta donde es posible dar una demostración en este tipo de estudio, sin haber demostrado primero los principios de física mediante la metafísica —un proyecto que espero llevar a cabo algún día, pero que por el momento no he realizado— y también hasta el punto de que cualquier otra cuestión de la mecánica, o de la óptica, o de la astronomía, o cualquier otra cuestión que no sea puramente geométrica o aritmética no ha sido jamás demostrada. Pero pedirme demostraciones geométricas en algo que presuponga a la física es desear que haga lo imposible. Y si desea-

⁸ Vid. Descartes a Morin, jul. 13, 1638 (II, 198); *Principia*, VIII-1, 81, donde Descartes ofrece una relación de algunos fenómenos que espera explicar y añade: «en modo alguno que podamos utilizar estos fenómenos como explicaciones para probar algo; pues queremos deducir las explicaciones de los efectos a partir de las causas y no, por el contrario, la explicación de las causas a partir de los efectos».

⁹ Vid. Descartes a Morin, febr. 22, 1638 (I, 536).

mos llamar «demostraciones» tan sólo a las pruebas de los geómetras, entonces tendremos que decir que Arquímedes no demostró jamás nada en mecánica, ni Witelo en óptica, ni Ptolomeo en astronomía, etc.; pero no es esto lo que decimos. Ya que nos contentamos en estas materias con que el autor presuponga ciertas cosas que no sean manifiestamente contrarias a la experiencia, y con que el resto de la discusión sea coherente y esté libre de errores lógicos, incluso si sus suposiciones no son exactamente verdaderas... Si la gente dice que no acepta lo que yo he escrito porque lo he deducido a partir de suposiciones que no han sido probadas, entonces no entienden lo que están pidiendo, ni lo que deberían pedir (II, 141-2, 143-4)¹⁰.

Aparte de referirse a la provisión de una demostración metafísica de la física, este texto indica claramente que Descartes considera su procedimiento como un procedimiento hipotético-deductivo en el que la aceptabilidad de las hipótesis está al menos parcialmente determinada por su éxito explicativo frente a sus respectivos *explananda*. Este punto ha sido desarrollado en una carta a Plempius para Fromondus en 1637. Al parecer Fromondus había cuestionado la lógica de los argumentos de Descartes en la *Meteorología*, y como réplica Descartes explica que cada una de sus diversas explicaciones hipotéticas podría reescribirse en forma de silogismo¹¹.

Si O1 (fenómeno observado), entonces probablemente E (explicación posible).

Y O1.

Luego probablemente E.

Descartes aporta numerosos ejemplos de este tipo de argumento, y luego añade:

Aunque considerados por separado, éstos sólo nos convencen con cierta probabilidad; cuando los tenemos en cuenta todos juntos llegar a ser una demostración (I, 423).

Desgraciadamente Descartes no establece de forma clara la lógica de estos argumentos, ya que no es capaz de indicar la relación lógica existente entre el antecedente y el consecuente dentro de

¹⁰ Cf. Descartes a Plempius, oct. 3, 1637, donde discute su explicación de por qué un rayo de luz pasa más fácilmente a través del agua que del aire, y añade: «Esto es todo lo que digo, y si entiendo lo que es una demostración, entonces lo he demostrado» (I, 419).

¹¹ «Si todavía fuese capaz de leer con suficiente atención todo lo que he escrito en la *Meteorología* y en la *Dióptrica*, podría hallar seiscientos explicaciones sobre las que construir seiscientos silogismos que probarían lo que digo» (I, 422).

la premisa mayor de cada silogismo. En cada uno de los ejemplos afirma que los efectos observados son un indicio (*indicium est*) de la causa hipotética que propone. No está claro, por ejemplo, cómo la viscosidad relativa del agua y del aceite puede «ser un indicio» de que las partículas de agua son como anguilas y las partículas de aceite tienen forma ramificada. Esta forma de expresarlo hace que parezca que la evidencia experimental implica la hipótesis; de hecho es todo lo contrario. Su argumento debería decir: suponiendo que las partículas de agua son como anguilas y las partículas de aceite tienen forma ramificada, entonces esperaríamos encontrar los efectos observados O1, O2, etc. —los antecedentes de la premisa mayor de cada silogismo. Ya que todas estas afirmaciones observacionales son verdaderas, el éxito de una sola hipótesis para explicar una variedad de fenómenos conocidos empíricamente viene a ser una demostración de la hipótesis en cuestión.

Ya que las explicaciones en la ciencia física no pueden aspirar más que a proporcionar hipótesis que estén de acuerdo con la experiencia, se sigue que la única forma en la cual es posible falsear una explicación determinada es:

- a) Mostrando que las suposiciones iniciales son falsas¹².
- b) Encontrando un error lógico en la explicación.
- c) Probando que las implicaciones de la explicación son incompatibles con la experiencia¹³.

Un modelo alternativo para la lógica de las explicaciones se encuentra en la discusión de los relojes y los códigos en los *Principia*. Estas analogías son introducidas hacia el final de los *Principia* en parte para explicar la forma en la cual las causas hipotéticas deben ser postuladas en las explicaciones científicas, pero también para aclarar el tipo de certeza que Descartes afirma haber alcanzado en su física. Tan sólo discutiremos aquí la primera de estas consideraciones.

¹² Cf. E. Gilson: *Études sur le rôle de la pensée médiévale*, pp. 128-37.

¹³ Las tres condiciones aparecen de forma ligeramente diferente en la tercera parte de los *Principia*. «Y ciertamente, si no usamos otros principios que aquellos que son más evidentes, si no deducimos de ellos nada más que mediante razonamientos matemáticos, y si las cosas que deducimos de este modo concuerdan con todos los fenómenos de la Naturaleza, parecería que ofendemos a Dios si sospecháramos que las causas de las cosas que hayamos descubierto de este modo son falsas» (VIII-199). Cf. *ibid.* 101, donde Descartes sostiene que puede asumir una hipótesis apropiada para explicar la naturaleza «con la condición de que todas las cosas que son deducibles de ella concuerden con la experiencia».

El artículo cciv de la Parte IV de los *Principia* comienza así: «Es suficiente en el caso de las entidades imperceptibles con explicar cómo pueden ser, incluso aunque de hecho no sean tal y como las describimos.» En la edición francesa añade: «y esto es lo que Aristóteles intentó hacer» (VIII-1, 327; IX-2, 322). Al igual que un relojero podría construir dos relojes que fueran similares externamente e igualmente precisos, pero con mecanismos internos completamente distintos, así Dios podría haber elegido numerosos mecanismos causales para producir los efectos observables que podemos ver en la naturaleza. La consecuencia aquí es que el científico no puede desentrañar los mecanismos causales que actúan en la naturaleza mediante la simple inspección, y debe conformarse con postular la existencia de ciertas causas ocultas que expliquen adecuadamente los fenómenos físicos observables. El texto francés resalta esta implicación de forma explícita:

Es del mismo modo que Dios tiene infinitas formas distintas mediante las que podría haber dispuesto que el mundo apareciera tal y como lo hace, sin que sea posible para la mente humana saber cuál de estas distintas formas ha elegido (IX-2, 322).

Concedido esto, Descartes continúa diciendo:

Yo creería haber hecho bastante si las causas que he explicado fueran tales que todos los efectos que produjeran fueran similares a aquellos que de hecho observamos en el mundo, sin indagar más acerca de si son estas las causas o se trata de otras según las cuales se producen estos... Ya que la Medicina, la mecánica, y todas las artes en general para las cuales es útil la ciencia física, no tienen otro objetivo aparte de aplicar unos cuerpos perceptibles a otros de modo que, mediante una serie de causas naturales, se sigan ciertos efectos observables (IX-2, 322).

Este texto al menos reconoce que la ciencia física se basa en postular causas que puedan explicar efectos observables; contiene también sólidas indicaciones de un instrumentalismo severo que Descartes toma prestado de la tradición de salvar-el-fenómeno. En el próximo capítulo discutiré que no se trata de la propia postura de Descartes y que está meramente empleando referencias a la tradición para excusar su supuesto fracaso en la consecución del tipo de certeza que prometió al inicio de su carrera¹⁴.

¹⁴ Cf. IX-2, 185: «a propósito de los efectos particulares, de los cuales tenemos insuficiente evidencia empírica para determinar las verdaderas causas que los producen, tendremos que contentarnos con conocer algunas causas por cuyo medio han podido ser producidos»; una carta (¿a Huygens?) de oct. 5,

En el artículo siguiente (ccv), Descartes recurre a la analogía de decodificar un mensaje para ilustrar tanto el método como el tipo de certeza que es posible esperar en física. Si se sustituyen sistemáticamente algunas de las letras del alfabeto por otras en un código escrito en lenguaje ordinario, y si la sustitución da sentido al original, entonces podría afirmarse que el código ha sido descifrado; igualmente:

Si consideramos cuantas distintas propiedades de los imanes, el fuego, y el resto de las cosas de este mundo han sido deducidas de forma absolutamente clara a partir del reducido número de causas que propuse al principio de este tratado, incluso aunque imaginemos que las he supuesto por azar y sin razón alguna... tendremos mucha más razón para creer que son las causas verdaderas... ya que el número de letras del alfabeto es mucho mayor que el número de causas primeras que yo he supuesto (IX-2, 323-4).

Hay un mayor compromiso aquí con el establecimiento de la certeza de las hipótesis cartesianas que con el reconocimiento del procedimiento hipotético mediante el cual son presentadas al principio; pero la analogía habla por sí misma con suficiente claridad como para sugerir que el físico es comparable al criptógrafo al postular aquello que es necesario —causas hipotéticas para el científico— para explicar un fenómeno determinado con éxito.

Aunque las hipótesis son inevitables en ciencia, las conjeturas o las especulaciones infundadas son inaceptables. En Las Quintas Respuestas a las Objeciones, el intento de adivinar el propósito de Dios al crear el universo es denominado conjetura:

Aunque en ética, donde es a menudo suficiente con emplear conjeturas, es a veces un signo de piedad el lucubrar acerca de qué es lo que objetivamente estaba en la mente de Dios al crear el universo, esto es ciertamente inapropiado en física, donde todo debe basarse en razones más seguras (VII, 375).

No está claro si el estado conjetural de una hipótesis no confirmada depende de alguno de estos dos factores:

a) La hipótesis no tiene plausibilidad inicial, anterior a un mayor examen o prueba. Esta plausibilidad inicial se desprende de

1646, «en los asuntos en que uno no ha efectuado muchos experimentos, basta imaginar una causa que pueda producir el efecto en cuestión, incluso aunque pudiera haber sido producido por otra causa y no conozcamos cuál es la verdadera causa» (IV, 516).

su razonabilidad intrínseca, su simplicidad, su coherencia con la estructura de las explicaciones científicas, o incluso de alguna evidencia empírica a su favor.

b) La hipótesis es tal que, una vez adoptada para su examen como una explicación posible, no hay más evidencia disponible en favor de su veracidad, o quizás no habría jamás ninguna evidencia que pudiera decidir a favor o en contra.

Mientras que en la discusión del propósito de Dios en la creación el segundo de los factores anteriores parece estar en un lugar predominante en la mente de Descartes, el pasaje al final de los *Principia* citado anteriormente indica que a) es suficiente para reducir una hipótesis a una mera conjetura: «incluso si se admite que yo los haya supuesto al azar y sin ninguna razón». Esto implica que antes de que cualquier evidencia sea propuesta en favor de una hipótesis, estamos tratando con algo que no es más que una especulación no probada o mera conjetura, y ésta no tiene un lugar permanente en la ciencia física. Por tanto Descartes puede tanto excluir las especulaciones de la física como al mismo tiempo respaldar las hipótesis si se satisface alguna de las siguientes condiciones: una suposición tiene una plausibilidad inicial gracias a una evidencia experimental, a su simplicidad, etc.; o una suposición es corroborada mediante la experiencia o mediante la razón, tras una adopción inicial para un mayor examen. De esta forma es posible que una mera conjetura llegue a ser una hipótesis plausible como consecuencia de una evidencia corroboradora, y ésta es la mínima afirmación que se hace respecto a las suposiciones generales que son adoptadas al inicio de los *Principia*. Incluso a pesar de nacer como meras conjeturas, la evidencia que aparece más tarde en el texto las redime como hipótesis físicas aceptables.

§ 15. Restricciones a las hipótesis

Difícilmente podríamos concebir a Descartes abordando algún problema de la ciencia física con una mente tan abierta que fuera capaz de postular legítimamente cualquier cosa que proporcionara una explicación aceptable. Algunas entidades teóricas son excluidas a priori; y lo que es más importante, hay una complicidad implícita pero significativa por parte de Descartes con un tipo de empirismo severo que evita la teoría en favor de imágenes a escala reducida de los objetos de nuestra percepción ordinaria. Así que paralelo al reconocimiento de que una explicación científica debe ser inevita-

blemente hipotética, Descartes se basa en numerosas suposiciones metodológicas y metafísicas para especificar mejor el rango de las entidades que pueden figurar como hipótesis. Es en este punto en donde la metafísica tiene una influencia decisiva en el contexto de la ciencia cartesiana.

Como es bien sabido, Descartes rechaza las formas escolásticas como no explicativas. *Le Monde*, en el capítulo 5, rechaza cualidades explicativas tales como calor, frío, etc., porque «estas cualidades, en mi opinión, necesitan explicación ellas mismas» (XI, 25-6). El *Discurso*, de manera más general, no «supone expresamente» ninguna de las «formas o cualidades sobre las que disputan las escuelas» (VI, 42-3)¹⁵. Coincide con este rechazo de las explicaciones escolásticas el hecho de que Descartes no se compromete a proporcionar ninguna explicación de las sustancias de los fenómenos físicos desde el momento en que las sustancias son distintas de las propiedades físicas: «esta forma sustancial del sol, desde el momento en que es distinta de aquellas cualidades que se encuentran en su naturaleza física (*matière*), es una vez más una entidad filosófica que me resulta desconocida» (Descartes a Morin, 12 de septiembre de 1638: II, 367; cf. *ibid.*, 364, para una afirmación similar acerca de la «forma» del movimiento).

La indicación de que las formas escolásticas necesitan a su vez explicación quizás implique que Descartes entiende las explicaciones escolásticas como descripciones —en un lenguaje esotérico— de los *explananda* más que como explicaciones genuinas¹⁶. Tanto si Descartes hubiera aceptado esta interpretación de sus comentarios como si no, es incuestionable que su propuesta alternativa es buscar las causas efectivas y materiales de los fenómenos físicos, y que las causas esenciales y teleológicas no tienen cabida en su ciencia. La cuestión surge entonces acerca de cómo puede especificar tan fácilmente, aparentemente a priori, qué es lo que puede considerarse como una causa dentro de los tipos de explicación que está dispuesto a aceptar. La indicación que se hace más frecuentemente en esta coyuntura es que Descartes está intentando fusionar en una versión definitiva las distinciones entre las ciencias físicas y matemáticas, y que por tanto espera explicar todos los fenómenos físicos en términos de aspectos de los cuerpos en movimiento que sean especificables de forma geométrica. Creo que esta indicación tiene alguna

¹⁵ Vid. también VI, 61-2.

¹⁶ En una carta a Huygens de marzo o abril de 1638, Descartes da como ejemplo de una no-explicación: «lux est medium proportionale inter substantiam et accidens» (II, 51). ¡Sería muy difícil no estar de acuerdo con él!

validez; pero paradójicamente un factor de mayor influencia es el empirismo fundamental de Descartes.

Las discusiones más inteligibles de Descartes sobre la importancia de las matemáticas como paradigma de la metodología científica se encuentran en *Las Reglas* y en el *Discurso*, y son discutidas con más detalle en el capítulo 7. Descartes estaba evidentemente enamorado de la certeza de las matemáticas y su relativo progreso como ciencia, comparado con la confusión filosófica, y no cabe duda de que recomendó ciertas correcciones en el método científico y filosófico para aprovechar lo que consideraba la fuente del éxito de los matemáticos. Por otro lado, hay una amplia evidencia, especialmente en la correspondencia posterior a 1630, de que Descartes ha perdido su interés en la matemática pura; así que debemos ser especialmente cautos al interpretar las referencias al «método matemático» en la física del Descartes maduro. Por ejemplo, el 15 de abril de 1630 escribe a Mersenne:

En lo que se refiere a los problemas (matemáticos), le enviaré un millón de ellos para confrontarlos con otros si así lo desea, pero estoy tan cansado de las matemáticas y me ocupo tan poco de ellas que difícilmente me tomaría la molestia de resolver los problemas yo mismo (I, 139).

El mismo sentimiento es expresado claramente al escribir a Mersenne en octubre o noviembre de 1631; a Stampioen en 1632; a Mersenne en marzo y septiembre de 1638: «Por favor, no espere nada más de mí en Geometría; ya que sabe que durante mucho tiempo vengo quejándome de no querer trabajar en ella, y sinceramente creo que puedo abandonarla completamente» (II, 361-2)¹⁷.

Descartes es reacio obviamente a emplear el tiempo con problemas matemáticos puramente abstractos o formales. «A decir verdad, estoy tan cansado de las matemáticas abstractas que no puedo trabajar más en ellas» (a Mersenne, II, 507). La desilusión hacia las matemáticas abstractas se refleja en el *Discurso* en términos de una distinción entre las matemáticas puras y las aplicadas (VI, 17-8). Cuando sus interlocutores expresan su sorpresa ante este cambio de actitud (por ejemplo, M. Desargues), Descartes responde:

He decidido abandonar sólo la geometría abstracta... y la razón de esto es que así tendré mucho más tiempo para cultivar un tipo distinto de geometría

¹⁷ Descartes a Mersenne, oct. o nov. de 1631 (I, 229-30); a Stampioen, 1633 (I, 275); a Mersenne, marz. 31, 1638 (II, 95); a Mersenne, abr. 1, 1640(?) (III, 50); a Dozem, marz. 25, 1642 (III, 534); el pasaje citado es de septiembre 12, 1638 (II, 361-2).

que se ocupa de explicar los fenómenos de la Naturaleza. Ya que si se toma la molestia de considerar lo que he escrito acerca de la sal, la nieve, y el arco iris, se dará cuenta enseguida de que toda mi física no es otra cosa sino geometría (II, 268).

Esta última línea es en parte un intento de aplacar a un interlocutor inoportuno. No es más que un reflejo de la distinción habitual entre matemáticas puras y matemáticas aplicadas, la última de las cuales incluye la música, la astronomía y la óptica¹⁸. Descartes habla de dos tipos de geometría (más que de matemáticas), donde «geometría» es interpretada como «una ciencia que, en general, nos enseña a conocer las medidas de todos los cuerpos» (VI, 389; cf. 392). En otras palabras, cualquier ciencia exacta es parte de las matemáticas aplicadas.

La correspondencia después de 1630 nos muestra por tanto una desilusión constante por las matemáticas puramente formales. Esto coincide con un interés establecido y predominante acerca de las ciencias físicas, y de una forma un poco más confusa, con el empleo por parte de Descartes del término «matemáticas» para referirse al conocimiento científico que es susceptible de un tratamiento matemático. Este empleo más amplio del término aparece en numerosas ocasiones en las que una explicación física es denominada matemática.

Y seguramente, si empleáramos solamente estos principios que parecen ser más evidentes, si no dedujéramos nada de ellos más que mediante argumentos matemáticos, y si encontráramos que aquellas cosas que hemos así deducido de ellos se corresponden fielmente con todos los fenómenos de la naturaleza, entonces parecería que estábamos insultando a Dios si sospecháramos que las causas que hemos descubierto de este modo son falsas (VIII-1, 99).

Evidentemente Descartes está impresionado por el rigor y la certeza de las matemáticas, y desea emular estos aspectos de la disciplina en todo el conocimiento científico. Pero más que reducir la física a la matemática abstracta, planea disminuir la incertidumbre mediante limitaciones bastante estrictas de los recursos conceptuales de la ciencia física. La suposición de una distinción viable entre las cualidades primarias y secundarias determina en parte este intento; aquellas cualidades de los fenómenos físicos que serían supuesta-

¹⁸ Cf. VI, 19-20, y E. Gilson: *Discours*, pp. 216-17. Para la distinción de Descartes entre Geometría y Mecánica, cf. VI, 389 y 392. Pierre Boutroux analiza la actitud de Descartes sobre la matemática abstracta en *L'Imagination et les mathématiques selon Descartes*, p. 34; vid. también P. Golliet: «Le problème de la method chez Descartes», en *Revue des sciences humaines*, 61 (1951), 56-73, en p. 62.

mente función de la respuesta del observador podrían reducirse, contando con una descripción inteligible tanto del observador como de lo que es percibido, a cualidades que no serían explicables del mismo modo. En el lenguaje de *Le Monde* (discutido anteriormente en el capítulo 4) tales cualidades no podrían ser empleadas para explicar nada ya que ellas mismas necesitan ser explicadas.

Cuando Descartes se enfrenta finalmente con el problema de especificar qué tipo de cualidades podrían considerarse explicativas, hay una notable ausencia de argumentos para su elección. Hay una clara ventaja en las pequeñas partículas de materia intercambiando movimiento mediante contacto —ya que este tipo de explicación está sujeto al control matemático. Pero incluso aquí la promesa de una presentación rigurosa del *explanans* es más de lo que puede lucirse; ya que Descartes reconoce que no hay manera de tratar la multitud de factores que determinan el resultado de las colisiones entre partículas en movimiento.

A falta de tal descripción matemática exacta de las partículas de materia en movimiento, Descartes recae en la experiencia ordinaria como fuente de conceptos explicativos. Esto es lo que quiere decir en el pasaje de *Le Monde*, donde se dice que la materia «no contiene nada que no sea tan perfectamente conocido por el lector que no es posible pretender no conocerlo» (XI, 35). El resumen del *Discurso* del procedimiento del *Le Monde* refleja fielmente este punto:

Así, primero he descrito esta materia y he intentado representarla de tal modo que no haya nada en el mundo, según mi opinión, que sea más claro o más inteligible, excepto lo escrito anteriormente acerca de Dios y del alma; ya que explícitamente supongo que no tiene ninguna de las formas o cualidades sobre las que disputan las escuelas, ni nada en general cuyo conocimiento no sea natural para nuestras mentes, de modo que no podríamos ni siquiera pretender no conocerlo (VI, 42-3).

Y las cualidades con las que difícilmente podríamos pretender no estar familiarizados, son precisamente aquellas cualidades características de los cuerpos, tales como el movimiento, el tamaño, etc., que son conocidas a través de la experiencia. Las limitaciones impuestas a este tipo de empirismo conceptual sólo llegan a ser visibles cuando se examina la explicación de un fenómeno concreto. Así, el concepto de atracción a distancia parecería estar descartado de antemano para un buen cartesiano; la gravedad debe ser explicable por referencia al mecanismo del choque. El magnetismo se explica por referencia a partículas parecidas a anguilas; la acción muscular es el resultado del mecanismo del contacto; de hecho, no se admiten otros

conceptos explicativos, en un estado ulterior de un proyecto científico, más que aquellos que fueron admitidos inicialmente.

Este aspecto de la ciencia cartesiana es con demasiada frecuencia abstraído por la supuesta dominancia de las matemáticas y la mecánica como modelos explicativos. Pero cuando se considera junto con la confianza cartesiana en los modelos, el sentido aproximado en el que puede pensarse que el hecho de que estos modelos sean concebibles sea de hecho lo que confirma una hipótesis, y se considera el énfasis sobre la reducción de problemas complejos a la simplicidad y la familiaridad que aparece reflejado en las *Reglas* como en el *Discurso*, entonces todo esto podría apuntar hacia un tipo de empirismo severo dentro del esquema conceptual de Descartes. La realidad física es demasiado compleja como para sujetarse a una descripción matemática; hay demasiados factores en cada situación física como para ser llevados dentro de la perspectiva de una fórmula matemática. Por otro lado los conceptos teóricos presentados por los escolásticos son considerados dudosos desde el punto de vista de una explicación viable. A falta de algo mejor, Descartes decide restringir la tolerancia conceptual de teorías a aquellos conceptos que son conocidos a partir de nuestra experiencia ordinaria de los cuerpos físicos, y estructurar las teorías a lo largo de las directrices dictadas por modelos severos de partículas de materia en colisión que son descritos en lenguaje no teórico.

§ 16. Modelos

No hay duda de que Descartes se basa ampliamente en modelos y analogías al articular las teorías científicas; también hace una afirmación más severa, y es que la posibilidad de construir un modelo es una condición *sine qua non* de las explicaciones en la física.

Afirmo que éstos (es decir, los modelos y las analogías) son la forma más apropiada al alcance de la mente humana para explicar la verdad a cerca de los problemas físicos; hasta el extremo de que si suponemos alguna cosa acerca de la naturaleza que sea inexplicable mediante una analogía (*comparaison*), creo haber demostrado de forma concluyente que sería falsa (a Morin, 12 de septiembre de 1638: II, 368).

Un sentimiento similar es expresado en una carta a Plempius, el 3 de octubre de 1637:

No hay nada más razonable que juzgar las cosas que no percibimos, a causa de sus pequeñas dimensiones, por comparación y similitud con aquellas que sí vemos (*ad exemplum et similitudinem eorum quae videmus*) (I, 421).

Estas reflexiones sobre el método están de acuerdo con la práctica cartesiana. Ya en *Las Reglas* (X, 395) la naturaleza de la luz era explicada, de ser necesario, por analogía con otras fuerzas de la naturaleza ya conocidas. Y la construcción de un modelo de universo en *Le Monde* es presentada como una «fábula» (XI, 31). Ni siquiera es posible argumentar que el cambio a un modelo es una maniobra de Descartes para evitar el tipo de dificultades con las que se encontró Galileo —ya que Descartes habla de una «fábula» mucho antes de los problemas de Galileo con la Inquisición (25 de noviembre de 1630: I, 179). En la segunda parte de *Le Monde*, en el «Tratado sobre el Hombre», hay una maniobra similar para construir un modelo de cómo actúa el cuerpo y para interpretar el funcionamiento del cuerpo por analogía con una máquina. Así que hay frecuentes referencias a la máquina del cuerpo (XI, 120, 141), y la relación entre el modelo y la realidad es del tipo de una «representación» (XI, 173).

Los ejemplos de modelos más ampliamente citados son tres «comparaisons» que son presentadas al principio de la *Dióptrica*. Como en la discusión, más general, de *Le Monde*, el autor se niega a especular acerca de la verdadera naturaleza de la luz y lo sustituye por una aproximación hipotética que es comparable al proceder de los astrónomos:

Pero, ya que no es preciso hablar de la luz en este contexto excepto para explicar cómo los rayos entran en el ojo y cómo son devueltos por los diversos objetos con los que se encuentran, no es necesario que asuma la tarea de decir cuál es su verdadera naturaleza; y creo que será suficiente con emplear dos o tres analogías (*comparaisons*) que nos ayuden a comprenderla de la forma más conveniente para explicar todas las propiedades de la misma con las que estamos familiarizados a través de la experiencia, y para seguidamente deducir todo el resto de las propiedades que no son advertidas tan fácilmente; con este planteamiento (estamos) imitando a los astrónomos, quienes, sean ciertas o falsas sus suposiciones, mientras éstas estén de acuerdo con las numerosas observaciones realizadas, les permiten obtener conclusiones absolutamente ciertas (VI, 85).

Tres modelos¹⁹ son presentados antes de discutir la ley del seno:

a) el uso que hace un ciego de su bastón, es una analogía de la propagación de la luz por una «fuerza» o «presión» que finalmente impresiona nuestro ojo;

¹⁹ La palabra «modèle» es usada frecuentemente por Descartes, como en «modèle de bois» —Descartes a Huygens, ener. 25, 1638 (I, 505), y a Huygens, febr. 8, 1638 (1520)— y en «modèle de cuivre», Descartes a Ferrier,

b) el ejemplo del escape de vino de una tina, como una analogía de la transmisión lineal de la luz, y

c) una pelota de tenis dirigida contra una lámina de hojalata que se deforma con el impacto de modo que la bola, después, sigue moviéndose con menor velocidad²⁰.

Los modelos tienen algunas analogías negativas también reconocidas²¹; por ejemplo, después de presentar la comparación entre nuestra percepción de la luz y la percepción de un ciego de los objetos físicos, Descartes añade: «Pero, a causa de la gran diferencia entre el bastón del ciego y el aire, u otros cuerpos transparentes, a través de los cuales vemos, debo emplear otra analogía en lo que a esto se refiere» (IV, 86). Igualmente, en el caso de la analogía de la bola de tenis, el peso, tamaño y forma de la pelota son ignorados por ser irrelevantes en cuanto al modelo se refiere, de modo que el cambio de dirección como consecuencia del choque con una superficie permeable es puesto de relieve como algo primario (VI, 94, 99)²².

El aspecto de la construcción de modelos en la ciencia cartesiana es más profundo que estos escasos ejemplos indicados; no sería una exageración decir que el proyecto científico completo de Descartes es una imaginativa construcción de descripciones de los movimientos de partículas que puedan explicar los fenómenos naturales y nuestra experiencia de los mismos. El «mundo real» es abandonado con una celeridad inusitada en favor de un mundo imaginario en casi todos los intentos de explicación. La facilidad con la cual esto se lleva a cabo, y el valor de las discusiones resultantes son puestos en tela de juicio por Morin en una carta del 12 de agosto de 1638:

noviembre 13, 1629 (I, 55). La palabra es usada también para significar un diagrama como en VI, 215, 217, 224.

²⁰ Para usos anteriores de la misma analogía, *vid.* A. I. Sabra: *Theories of Light from Descartes to Newton*, pp. 93-99.

²¹ Para la terminología de analogías negativas, *vid.* M. B. Hesse: *Models and Analogies in Science*.

²² Un similar reconocimiento de las disanalogías se halla en Descartes a Mersenne, jul. 27, 1638. Descartes ha intentado explicar el color de la luz en términos de rotación de pequeñas esferas; entonces añade la siguiente precisión: «las esferas dibujadas en la figura de esta página sólo sirven de ejemplo, y han de tomarse como bolas de madera o de cualquier otra materia visible, y no como partes de materia sutil» (II, 269). Cf. Descartes a Mersenne, oct. 28, 1640: «por esto es por lo que asumo en mi *Dióptrica* que la superficie y la bola son completamente duras, y que la bola no tiene ni peso, ni volumen, etc., con vistas a hacer mi demostración matemática (i. e. exacta). Pues me doy perfecta cuenta de que la reflexión de una bola común jamás se produce con ángulos exactamente iguales» (III, 208).

Los problemas de la física raramente pueden resolverse mediante analogías (*comparaisons*); casi siempre hay alguna diferencia (entre el modelo y la realidad), o alguna ambigüedad, o algún elemento oscuro que es explicado por algo aún más oscuro (*obscurum per obscurius*) (II, 291).

La réplica de Descartes no sólo es recalcitrante, sino descaradamente resuelta a defender el método analógico en la explicación de los movimientos de partículas en la transmisión de la luz:

Y estaba en lo cierto al emplear estas esferas observables para explicar sus movimientos giratorios, más que partículas sutiles de materia que son invisibles, de modo que pueda someter mis explicaciones (*raisons*) a la prueba de los sentidos, tal y como trato de hacer siempre (II, 366).

A pesar de este enunciado metodológico, la explicación propuesta no es de hecho sometida a la contrastación empírica, y Morin objeta, con razón, este hecho en una réplica posterior²³; lo que se hace es comparar *boules* invisibles de materia con modelos de madera que pueden imaginarse más fácilmente sin tener ninguna experiencia de los movimientos característicos de tales *boules*-modelo y sin que Descartes trate de hacer ningún experimento apropiado para probar su teoría.

La defensa de este enfoque analógico es interesante. Es posible construir una explicación viable de cualquier fenómeno natural en términos del tamaño y movimientos de sus partes. Por tanto, podremos siempre construir un modelo a mayor escala de cualquier cosa que ocurra en el mundo microscópico, ya que la única diferencia que existe es la del tamaño; de hecho, los conceptos utilizados en la descripción de las propiedades de las partículas pequeñas son parasitarios del lenguaje que empleamos para hablar de los objetos físicos de tamaño medio de nuestra experiencia ordinaria:

en las analogías que empleo, tan sólo comparo unos movimientos con otros, o unas formas con otras, etc.; lo que es lo mismo que decir que comparo las cosas, que por su reducido tamaño no son accesibles a nuestros sentidos, con aquellas que sí lo son y que *no se diferencian de las primeras más de lo que un círculo pequeño se diferencia de otro mayor* (II, 367-8; las cursivas son mías).

²³ Morin ha objetado a esta defensa en una carta de octubre, 1638, a la cual parece que Descartes no respondió: «No hay nadie en la tierra que pueda llevar a cabo el experimento que mencionáis sobre las bolas de madera... porque usted no ha explicado los movimientos característicos de las esferas de materia sutil... y ninguna de estas esferas puede ser experimentada» (II, 418-19).

El lugar central que ocupan los modelos como versiones a escala ampliada de los acontecimientos microscópicos sin el cambio correspondiente en los conceptos empleados para describir tanto el modelo como el *explanandum*, está de acuerdo tanto con el peculiar procedimiento de Descartes en la confirmación de las explicaciones que son formuladas por referencia al modelo, como con la tesis aún más sorprendente de que cualquier modelo —incluso aunque no sea el «verdadero»— es preferible a no dar ninguna explicación a un fenómeno físico.

Normalmente consideramos que una confirmación o corroboración científica establece la verdad de las proposiciones que tienen una relación directa con el valor de verdad de la hipótesis. Lo que uno espera hallar normalmente es la evidencia que implica la verdad de una hipótesis, o la evidencia que es consistente con ella pero inconsistente con sus alternativas. Descartes amplía el ya tenue lazo entre las hipótesis y la evidencia confirmadora sustituyendo la confirmación de enunciados acerca del modelo por la confirmación de los enunciados acerca del *explanandum* objeto del modelo. Esta es una maniobra comprensible si creemos, como al parecer cree Descartes, que no hay una diferencia importante entre el modelo y la realidad aparte de las obvias diferencias de tamaño que son admitidas. Así, por ejemplo, encontramos el caso de que calentar nieve en un recipiente confirma una teoría sobre las nubes («*cecy est ayse a expérimenter en la niege*»: VI, 292); quemar tierra junto con otras sustancias químicas confirma una explicación hipotética de los relámpagos («*ainsi qu'on peut voir par expérience*»: VI, 320); agitando cuentas sobre un plato prueba una teoría sobre el hielo («*ainsi que vous pourrez voir par expérience*»: VI, 28); o la opacidad de las manchas solares corrobora una teoría acerca del origen de la superficie terrestre (VIII-1, 205). Cuando se le pregunta cómo puede la materia impalpable que rodea la tierra empujar los cuerpos pesados hacia el centro responde: dispóned una vasija con partículas pesadas y ligeras mezcladas y hacedla girar. Las partículas pesadas desplazan a las ligeras hacia el centro (Descartes a Mersenne, 16 de octubre de 1639: II, 593-4).

En cada uno de estos casos, y en muchos otros que podrían citarse, Descartes corrobora una adscripción de un modelo más que presenta evidencias que soporten directamente la hipótesis en cuestión. La lógica del argumento parece ser ésta:

1. Para explicar el fenómeno, según la descripción D, se construye(n) la(s) hipótesis H.
2. \emptyset es parecido a $\emptyset 1$.

3. Para explicar \emptyset , según la descripción D' , se construye la hipótesis H' .

4. H' implica la evidencia o los efectos E .

5. E es verdadero.

6. Por tanto, H' es probable.

7. Por tanto, H es también probable.

La plausibilidad del paso de 6. a 7. es función del parecido o igualdad de \emptyset y $\emptyset 1$ o, en otras palabras, de lo apropiado que sea el modelo adoptado.

Inicialmente nos sorprende la lógica de este argumento —ya que proporciona muy poca garantía a la conclusión. La explicación más sencilla de esta pobreza lógica es decir que Descartes es un pensador descuidado en cuestiones de física —y esto es incuestionablemente verdad. Una segunda razón es la ya mencionada de que las suposiciones metodológicas previas sobre lo que puede considerarse una explicación han subestimado la importancia de las posibles diferencias entre las partículas sutiles de materia y los modelos de cada día que Descartes prefiere discutir. Hay una razón más, sin embargo, que ayuda a reforzar una referencia, de otro modo fuera de lugar, de Descartes sobre la construcción de fábulas similares: donde no es posible una explicación ideal, demostrativa y completamente garantizada, el cartesiano está dispuesto a conformarse con una reconstrucción plausible que puede no reflejar fielmente cómo son efectivamente las cosas en el mundo real.

Esto representa un nuevo debilitamiento de la concesión ya hecha por Descartes de que, ya que la explicación de las ciencias físicas es la explicación de lo observable en términos de causas no observables, la construcción de explicaciones viables es inevitablemente hipotética; esta concesión aún mantiene la esperanza de que la duda resultante pueda minimizarse efectivamente mediante el descubrimiento de un pequeño número de causas hipotéticas que explicarían una amplia variedad de efectos distintos. Si este ideal puede o no llevarse a la práctica se discutirá en el siguiente capítulo, en relación con los puntos de vista de Descartes sobre la confirmación. Aunque sea de forma inadvertida, hay una indicación persistente de que cuando no hay nada mejor, cualquier hipótesis plausible es buena para la física.

La distinción entre «verdaderas» hipótesis y aquellas que son aceptables a pesar de su presumible falsedad aparece más explícitamente en la descripción cartesiana de la evolución de la tierra. Descartes cree —o al menos afirma creer— que la tierra fue creada

por Dios en un instante de forma completamente desarrollada. Por otro lado, propone la descripción de un modelo del mundo en el que éste habría evolucionado gradualmente a partir del caos hasta el universo estructurado natural que observamos:

Sin embargo no deseo concluir, de todas estas cosas, que el mundo fue creado de la forma que he propuesto; ya que es mucho más probable que Dios lo hiciera tal y como debía ser desde el principio. Pero es cierto —y ésta es una opinión comúnmente aceptada entre los teólogos— que la acción mediante la cual conserva el universo es exactamente la misma mediante la cual lo creó. Así que incluso aunque no le hubiera dado desde el principio ninguna otra forma, aparte de la de caos, suponiendo que estableciera las leyes de la naturaleza y diera su aprobación para que actué de la forma en que habitualmente lo hace, podríamos creer, sin que esto supusiese un menoscabo del milagro de la creación, que mediante aquel acto solo, todas las cosas puramente materiales podrían haber evolucionado hasta el estado en el que hoy las vemos. Y su naturaleza es mucho más fácil de comprender cuando las vemos desarrollarse gradualmente de este modo que cuando pensamos en ellas en su estado final (VI, 45)²⁴.

Como en la discusión anterior del capítulo 4, podríamos interpretar este pasaje como un falso compromiso entre mantener genuinamente unos convencimientos filosóficos y la supuesta aceptación de un dogma religioso. Es bastante probable que Descartes tuviera un auténtico problema con esto, y que esté, de hecho, modificado su concepto de explicación a la luz de dificultades irreconciliables con la teología. Ya que el mundo fue creado en un instante por Dios, y no podemos entender el acto creador de Dios, la única alternativa es imaginar un medio de que la ejecución instantánea del acto creador pueda acompañarse de una estructuración más autónoma²⁵ y gradual del universo físico bajo el control de las leyes de la naturaleza. De modo que la explicación de un acontecimiento físico no es necesariamente una descripción de cómo éste tiene lugar históricamente; es más bien una descripción de cómo podría haber sucedido que esté de acuerdo con nuestros principios físicos y metodológicos previos.

Este punto es abordado de nuevo con mayor extensión en los *Principia*:

²⁴ Cf. *Principia*, VIII-1, 99.

²⁵ El término «autónomo» en este contexto significa: que Dios no tiene necesidad de intervenir en la evolución del universo directamente, una vez que estableció las leyes de la naturaleza y confirió la norma inicial de movimiento para cada parte de materia.

No hay duda de que el mundo fue creado con toda su perfección desde el principio... Esto es lo que nos enseña la religión cristiana, y la luz natural de la razón igualmente nos convence de lo mismo. Ya que si consideramos la omnipotencia de Dios debemos concluir que fuera lo que fuera creado tendría toda su perfección desde el principio. Sin embargo, para comprender la naturaleza de las plantas o del hombre, es mucho mejor considerar cómo se desarrollan gradualmente a partir de las semillas, que considerar cómo fueron creadas por Dios al principio del universo. Así, si podemos pensar en unos pocos y muy simples principios a partir de los cuales sea posible mostrar que las estrellas y la tierra, y todo el resto de las cosas que observamos sobre la tierra, podrían haberse desarrollado como si fueran semillas —aunque de hecho sepamos que no se desarrollan de este modo— podríamos explicar su naturaleza mucho mejor de esta forma que si las describimos simplemente tal y como son ahora (añadido en la versión francesa) o tal y como creemos que fueron creadas (VIII-1, 99-100; IX-2, 123-4).

En otras palabras, una explicación científica de un fenómeno físico es equivalente a una descripción de cómo éste podría suceder como consecuencia de la influencia normal de las leyes de la naturaleza.

Una vez adoptada —quizá inicialmente por la necesidad de un compromiso por razones religiosas— esta distinción entre «verdad» histórica y viabilidad científica, es difícil reprimir el instrumentalismo que empieza a teñir casos mucho menos obvios. Por ejemplo, las hipótesis astronómicas son examinadas minuciosamente en los *Principia* no en busca de su verdad, sino en virtud de su valor explicativo: «Tres hipótesis distintas, esto es sugerencias, han sido descubiertas por los astrónomos, las cuales son consideradas no como si fueran verdaderas, sino meramente como adecuadas para explicar los fenómenos» (VIII-1, 85). La teoría alternativa cartesiana es propuesta «meramente como una hipótesis y no como la verdad de la cuestión» (*ibid.*, 86). De hecho, Descartes aconseja al lector interpretar todas las explicaciones de la discusión en la parte II de los *Principia* como hipótesis:

Deseo que todo lo que escribo de este punto en adelante sea considerado como hipótesis. Incluso aunque sean consideradas falsas, creo que habrán sido de valor si todo lo que haya deducido de estas hipótesis está de acuerdo con la experiencia. Ya que podemos ver que son tan útiles para la vida real como el conocimiento de la verdad misma (añadido en la versión francesa), pues podemos usarlas igualmente para disponer las causas naturales de modo que produzcan los efectos deseados (VIII-1, 99; IX-2, 123).

No hay ninguna indicación a estas alturas de que los propios principios generales sean meras hipótesis en este sentido; ni de

que los hechos explicados sean en cierto sentido dudosos por ser conocidos empíricamente. Ya hemos admitido el status de los principios generales, y las bases empíricas de nuestro conocimiento de los *explananda* de ningún modo compromete su certeza. La cuestión es determinar el status de los enunciados intermedios que relacionan los principios generales de la física con las descripciones de los fenómenos físicos:

Principios-F... juicios observacionales

Según el punto de vista cartesiano, la línea de puntos, al menos inicialmente, no puede ser más que un relato plausible que esté de acuerdo tanto con los principios-F como con la descripción de los *explananda* observados.

Es precisamente en esta coyuntura en donde la confianza cartesiana en los modelos es más evidente, ya que en las explicaciones físicas en las cuales tenemos una evidencia experimental insuficiente, «basta imaginar una causa que pudiera producir el efecto en cuestión, incluso aunque éste pudiera ser producido por otras causas y no supiéramos cuál de ellas es la verdadera» (a un interlocutor desconocido, IV, 516). Los *Principia* reflejan esta posición moderada:

En tanto en cuanto a efectos concretos se refiere, siempre que carezcamos de *experiences* suficientes como para determinar sus causas verdaderas, deberemos contentarnos con conocer algunas de las causas que podrían haberlos producido... (IX-2, 185).

Creo que he hecho suficiente si las causas que he explicado son tales que todos los efectos que podrían producir son similares a aquellos que contemplamos en el mundo, sin cuestionar si éstos son de hecho producidos por las mismas o lo son por alguna otra causa (IX-2, 322).

No podemos automáticamente concluir a partir de estas concepciones que Descartes está dispuesto a aceptar una duda permanente en la ciencia. Hay insinuaciones incluso aquí de que la duda restante puede disminuirse mediante más evidencias empíricas. Sea cual sea la decisión respecto a este punto, tenemos que una descripción plausible o hipotética puede constituir una explicación en física desde el momento en que ésta es «deducida» de los principios-F y está de acuerdo con nuestra experiencia. Una de las funciones primarias de los modelos es facilitar la construcción de tales descripciones posibles y por tanto terminar el relato igualmente inacabado de cómo principios absolutamente generales pueden explicar la natural aparición de fenómenos físicos concretos.

Capítulo 6

LA CONFIRMACION DE TEORIAS

La ciencia cartesiana se define en términos de la certeza más que de la verdad de las explicaciones propuestas. Una vez reconocida la posible falsedad de las hipótesis, la cuestión que resta es acomodar nuestras explicaciones a los elementos de juicio que poseemos, y después asignar un grado de certeza a las hipótesis resultantes que están garantizadas por los correspondientes elementos de juicio. En la primera sección de este capítulo, se discuten los tipos de certeza que Descartes exige como un mínimo de aceptabilidad para las explicaciones científicas genuinas.

En § 18 examino la función de la evidencia empírica tanto en la confirmación como en la refutación de las hipótesis físicas. Los datos en este caso apuntan hacia la conclusión de que la evidencia empírica tiene un papel muy importante a la hora de decidir qué explicaciones pueden aceptarse y qué grado de certeza debe exigirse a las mismas. La siguiente sección, § 19, revisa algunos casos donde Descartes está abiertamente en desacuerdo con sus contemporáneos acerca de la explicación de algunos fenómenos, y se centra especialmente en el desacuerdo con William Harvey respecto a la explicación de la circulación sanguínea. La conclusión en este punto está de acuerdo con los datos que aporta el § 18, es decir, que Descartes se basa casi exclusivamente en la evidencia empírica putativa para argumentar su postura en esta cuestión.

La sección final, § 20, presenta otros factores distintos de la evidencia empírica que podrían constituir argumentos corroborado-

res en favor de las hipótesis físicas, y aquí se incluyen factores tales como la simplicidad, la conformidad con suposiciones metafísicas o metodológicas, etc.; y, asimismo, resume mi interpretación del status de las hipótesis físicas en la ciencia cartesiana.

§ 17. *Certeza*

Hay pocos reconocimientos claros en el corpus cartesiano de que la ciencia empírica produzca solamente conocimiento probable, y de que en cualquier caso esto es lo máximo que nos es lícito esperar alcanzar. En lugar de esto uno obtiene la impresión de un autor que cree tener acceso a la verdad de una forma relativamente exenta de problemas, a través de «las ideas claras y distintas». Deseo argumentar que la postura de Descartes es bastante más complicada de lo que esta descripción simple pueda sugerir, y que gran parte de esta complejidad se deriva de los problemas típicos en la interpretación de la visión de Descartes de verdad y certeza.

Ya que acepto las líneas generales de la interpretación de Harry Frankfurt del círculo cartesiano, no considero necesario repetir aquí sus argumentos¹. Descartes, efectivamente, hace una distinción entre lo que es verdad, hablando de forma absoluta, y lo que es cierto. En las Segundas Respuestas escribe:

¿En qué nos afecta a nosotros hablando de forma absoluta el que algo de cuya verdad estamos firmemente convencidos aparezca falso a los ojos de Dios o de un ángel y sea por tanto falso? ¿Qué puede importarnos a nosotros que sea absolutamente falso si de todas maneras creemos en ello y no tenemos la más mínima sospecha de que pudiera ser falso? Ya que suponemos una convicción tan firme que no es posible cuestionarla; una convicción que es por tanto evidentemente idéntica a la más perfecta certeza (VII, 145).

Esto implica que hay una perspectiva de la realidad que es inaccesible al hombre, la cual proporciona una apreciación de cómo son las cosas, de hecho, en un sentido absoluto. El concepto de verdad implícito en esto, es una teoría de la correspondencia que

¹ Vid. H. Frankfurt: «Memory and the Cartesian circle», *Philosophical Review*, 71 (1962), 504, 511; «Descartes' validation of reason», en W. Doney, ed. *Descartes*, pp. 209-26; *Demons, Dreamers, and Madmen* (Indianápolis, 1970); «Descartes on the creation of the eternal truths», *Philosophical Review*, 86 (1977), 36-57. Vid. también Alan Gewirth: «The Cartesian circle», *Philosophical Review*, 50 (1941), 368-95; «The Cartesian circle reconsidered», *Journal of Philosophy*, 67 (1970), 668-85; «Descartes: two disputed questions», *Journal of Philosophy*, 68 (1971), 228-96.

supone que entre las distintas conceptualizaciones alternativas de la misma realidad, hay una que es completamente absoluta o verdadera, mientras que las otras pueden ser falsas a pesar del hecho de que puedan ser las más accesibles.

Frankfurt argumenta de forma convincente que la distinción cartesiana entre «absolutamente verdadero» e «indudablemente cierto» es directamente dependiente del voluntarismo de Descartes². No hay ninguna distinción real, en Dios, entre la facultad de comprender y la voluntad; Dios crea las leyes de la naturaleza y las verdades eternas y las conoce por haberlas creado. No hay limitaciones extrínsecas a la voluntad de Dios respecto a lo que es posible crear, ni siquiera en la creación de verdades eternas; su omnipotencia no está restringida por nuestra lógica, ni por lo que nosotros consideramos razonable.

Por otro lado, el entendimiento del hombre es muy limitado, y no podemos comprender la naturaleza de Dios. Por tanto, no podemos descubrir, recurriendo a la lógica o a nuestra limitada razón, cuáles son las verdades eternas que Dios puede crear³. Todo lo que tenemos para guiarnos en nuestra investigación —aparte de la revelación divina— es la mortecina luz de la razón. De modo que todo lo que podemos esperar conocer será aquello que juzguemos cierto fuera de toda duda como resultado del empleo de nuestro ingenio natural. Estas proposiciones que juzgamos indudables están tan próximas a la verdad como nos es posible; pero la pregunta de si son o no verdaderas en un sentido absoluto, es algo a lo que no podemos responder.

La definición del conocimiento científico en términos de certeza más que en términos de verdad absoluta está de acuerdo con esta postura epistemológica general. Y Descartes es definitivamente un racionalista si esto quiere decir que está dispuesto a confiar en la «razón» como la facultad más segura y más crítica en la evaluación de la fiabilidad de todos los tipos de evidencia, incluida la empírica. Así, a falta de algo mejor (aparte de la revelación) tan sólo podemos confiar en aquello hacia lo cual nos guíe los mejores elementos de juicio que podamos obtener tras someterlos al

² «Descartes on the creation of eternal truths».

³ Cf. Descartes a Arnauld, jul. 29, 1648: «puesto que toda comprensión de la bondad y de la verdad está sometida a su (de Dios) omnipotencia, yo no me arriesgaría a decir que Dios no puede crear una montaña sin un valle, ni que no puede hacer que la suma de uno más dos no sea tres; sólo sostendré que me ha dotado de una mente tal que no me permite concebir una montaña sin un valle ni que la suma de uno más dos no sea tres, etc., y que tales cosas entrañan una contradicción para mi entendimiento» (V, 224).

escrutinio de la razón. El conocimiento científico se caracteriza por la certeza más que por la verdad absoluta: «*Omnis scientia est cognitio certa & evidens*» (X, 362). Sin un alto grado de certeza no es posible el conocimiento científico. De acuerdo con esto, el matemático ateo está sujeto a serias dudas acerca de la fiabilidad de la razón y no puede esperar alcanzar el conocimiento científico, «ya que puede verse que ningún conocimiento dudoso puede considerarse científico» (VII, 141).

Una de las mayores fuentes de duda de cualquier enunciado de conocimiento proviene de las dudas existentes acerca de la fiabilidad de nuestras facultades cognitivas, más que de las dudas que se basan en el examen de la evidencia correspondiente. Estas son dudas «metafísicas» o dudas «hiperbólicas» (VII, 460). Una vez que Descartes ha probado satisfactoriamente, al menos para él, que Dios existe y que no es falaz, las dudas expresadas en los dos primeros capítulos de las *Meditaciones* son consideradas inofensivas e incluso «*risu dignae*» (VII, 89)⁴. La consideración de estas últimas fuentes metafísicas de duda es un proyecto que debe abordarse una sola vez en la vida; y después es suficiente con recordar nuestras conclusiones metafísicas para dedicar nuestro tiempo a la ciencia física⁵.

Ya que la argumentación de las *Meditaciones* está dedicada a responder a las dudas metafísicas, no hay ninguna razón para seguir dudando de la evidencia empírica. No nos sorprende, por tanto, encontrar, de acuerdo con esto, que Descartes se basa en la evidencia empírica para establecer enunciados de conocimiento con certeza. Esto se da por supuesto en el *Discurso*:

Así, al destruir todas mis opiniones que consideraba pobremente establecidas, he hecho algunas observaciones y he tenido numerosas experiencias que me han servido desde entonces para establecer (opiniones) más ciertas (VI, 29)⁶.

En la *Dióptrica* Descartes discute un modelo experimental de la imagen retiniana del ojo humano, y por dos veces emplea la frase «on ne peut douter» (VI, 124). En la *Descripción del cuerpo*

⁴ Cf. VII, 36, 89, 460. En *Recherche de la vérité*, Eudoxo anima a Polyandro con esta advertencia: «Te advierto que las dudas que te afligen al principio son como los fantasmas y falsas imágenes que aparecen por la noche a causa de la luz débil e insuficiente» (X, 513). Cf. también las Notas a los *Principia*, XI, 654, para un rechazo de las dudas irrazonables e infundadas.

⁵ Descartes a Isabel, jun. 28, 1643 (III, 695).

⁶ E. Gilson, en *Discours*, p. 269, acepta que esto se refiere a la obra experimental de Descartes, especialmente a la ley del seno de la refracción, que ofrece un conocimiento mucho más cierto que las opiniones de los filósofos.

humano, la teoría propuesta para la circulación de la sangre está tan de acuerdo con la evidencia que «on ne pourra douter» (XI, 231) de que la teoría sea correcta. Descartes anima a Regius, en una carta de diciembre de 1641, a comprobar sus opiniones sobre el corazón humano experimentalmente y, si están de acuerdo con los resultados, a afirmar sin temor su certeza: «ya que son fácilmente experimentables, y si tiene éxito, puede proponerlos como ciertos y no con palabras como “yo creo” o “parece”» (III, 45).

Mientras la evidencia empírica sí proporciona bases a la certeza, el tipo de certeza así adquirida no es inmune a dudas posteriores. Descartes añade esta restricción en una carta a Voetius, respecto de esta última interpretación del criterio cartesiano de certeza.

No he hablado del tipo de certeza que dura toda la vida de un individuo, sino tan sólo de aquella que se tiene en el momento concreto de adquirir algún conocimiento (*scientia*) (VIII-2, 170).

Esa última y razonable restricción del nivel de certeza atribuible a la ciencia empírica es comparable con la correspondiente restricción de la certeza que se obtiene de muchas de las «deducciones» cartesianas. Ya que las «deducciones» dependen a menudo de la memoria, «pueden ser incompletas y ser por tanto dudosas» (X, 389).

A. Gewirth distingue tres tipos de certeza que son más o menos explícitamente operativos en las discusiones cartesianas; certeza moral, psicológica y metafísica⁷. Certeza moral es aquella que es suficiente para tomar decisiones prácticas en aquellas materias en las que habitualmente no dudamos, aunque, estrictamente hablando, podamos estar equivocados⁸. La certeza psicológica la proporcionan las percepciones claras y distintas que son tales que la mente no puede dejar de asentir con ellas. A pesar de nuestra incapacidad para rechazarlas, estas percepciones están abiertas a la duda metafísica. La certeza metafísica es la que resulta al demostrar que las fuentes de duda metafísica son irracionales. Así, el cartesiano que acepta la defensa de la razón y el resto de las facultades cognitivas que aparece en las *Meditaciones* está libre de dudas metafísicas y puede, por tanto, transformar la certeza psicológica en

⁷ Vid. A. Gewirth: «The Cartesian circle reconsidered», pp. 670 ss.

⁸ E. Gilson, en *Discours*, pp. 358-9, sostiene que la certeza moral y la certeza metafísica no son dos grados de la misma clase de certeza teórica, sino más bien dos tipos de certeza. Sin embargo, Descartes describe los resultados de las explicaciones físicas en términos de certeza moral (vid. *Principia*, VIII-1, 327-28), y esto es evidentemente un grado de certeza en una cuestión teórica. Cf. III, 359; VI, 37; VII, 475, 477.

certeza metafísica. La posibilidad de estar equivocado —en el sentido que indicábamos anteriormente— persiste. Esto deja a Descartes con dos tipos de certeza, la moral y la metafísica; y cuando no hay ninguna razón para dudar de un enunciado porque la evidencia sea poco fiable, o cuando la evidencia parezca ser concluyente, Descartes reclama certeza metafísica, incluso «in rebus naturalibus» (VIII-1, 328).

Aparte de la distinción entre certeza moral y metafísica, donde ésta representa grados de certeza a la luz de la evidencia correspondiente, hay algunas otras indicaciones de qué es lo que un físico cartesiano puede esperar en ciencia. La teoría de las percepciones o ideas claras y distintas no resulta de ninguna utilidad aquí⁹; ya que una idea clara y distinta es aquella que ha sido evaluada críticamente sobre la base de la evidencia correspondiente y ha sido hallada fuera de toda sospecha. Por tanto, buscar ideas claras y distintas es lo mismo que buscar enunciados de conocimiento que sean ciertos, y el método propuesto para lograr tal claridad y distinción no es otra cosa que la ejecución del método cartesiano como un todo. No hay un tipo concreto de certeza que sea característica de las ideas claras y distintas como tales, ya que el tipo de certeza que es posible es función de la naturaleza de nuestra búsqueda; la metafísica, la física o la matemática pueden, cada una, proporcionar percepciones claras y distintas, pero difieren significativamente en cuanto al tipo de certeza que resulta posible a partir de cada una de ellas.

Lo que falta de forma manifiesta en la empresa de Descartes es una apreciación de la probabilidad. Los comentarios de Descartes sobre la probabilidad son a primera vista alarmantes; por ejemplo, escribe a Mersenne para aclarar a Fermat el uso de los términos del modo que sigue:

(Fermat) pensó que al decir que algo es fácil de creer, yo lo que quería decir era que esto era solamente probable (*probable*). Sin embargo, está bastante alejado de mi interpretación del término en esto. Ya que yo trato siempre como falso todo aquello que es meramente probable (*vraisemblable*) (Descartes a Mersenne, 5 de octubre de 1637: I, 450-51).

Este texto no es tan definitivo como parece. Posiblemente quiere decir que Descartes rechaza las proposiciones «probables», en el sentido en el que es empleado por los lógicos o los dialécti-

⁹ Cf. *Principia*, VIII-1, 21-2; A. Gewirth: «Clearness and distinctness in Descartes», *Philosophy*, 18 (1943), 17-36; H. G. Frankfurt: *Demons, Dreamers, and Madmen*, pp. 123-45.

cos, más que que Descartes rechace las proposiciones que estén sustentadas por un asólida evidencia pero no lleguen a ser indudables. Así escribe en otra carta, posiblemente del mismo año:

No me atreveré a afirmar que estos (principios) que propongo sean los verdaderos principios de la naturaleza. Todo lo que afirmo es que, suponiéndolos como principios, me doy por satisfecho en todas los aspectos que dependen de ellos. Y no veo nada que me impida hacer progresos en el conocimiento de la verdad (A un interlocutor desconocido: IV, 690).

Por falta de un concepto de probabilidad, Descartes se ve obligado a describir hipótesis como ciertas aun cuando éstas no sean más que «moralmente» ciertas, esto es, altamente probables. Si consideramos todo esto junto con el profundo rechazo de Descartes de las típicas teorías «plausibles» de la época, y la propensión de Descartes a exagerar la certeza de sus propias teorías, tenemos todos los ingredientes de un embrollo.

Para tener una guía que nos sirva de ayuda al considerar algunos de los argumentos confirmatorios típicamente cartesianos deberemos subrayar los siguientes puntos:

a) La ciencia es el conocimiento que es cierto, más que opiniones meramente plausibles o conjeturales.

b) Las discusiones metafísicas como las que encontramos en las *Meditaciones* conjuran cualquier temor de duda metafísica; la «razón» nos muestra que las facultades cognitivas del hombre son fiables y capaces de proporcionar un conocimiento que es verdadero bajo ciertas condiciones especificables. Estas mismas consideraciones metafísicas muestran que la indudabilidad es compatible con que nuestras opiniones sean falsas en un sentido absoluto. Esta indudabilidad es todo lo que podemos esperar lograr en ciencia.

c) De acuerdo con el rango de las ciencias, desde la metafísica a las matemáticas, la ciencia física e incluso la moral, existe un rango de niveles o grados de certeza que es posible lograr. En el caso de cada disciplina, el investigador debe consultar todas las pruebas a su alcance y después hacer un juicio basado en su evaluación de estas pruebas. Donde la evidencia sea débil podrá reclamar un grado de certeza mínimo; donde la evidencia esté presente de sobra podrá afirmar que existe certeza metafísica, incluso en la física.

Otra forma de expresar la misma postura respecto al conocimiento y la certeza es decir que el uso que hace Descartes del término «cierto» no es el de un término absoluto¹⁰. Dos enunciados

¹⁰ Para un análisis del concepto «cierto» que pudiera ser compatible con el uso cartesiano, *vid.* R. Firth: «The anatomy of certainty», *Philosophical*

de conocimiento pueden ser ciertos en sentidos diferentes. Mejor que llamar a la opinión menos cierta probable —a causa de las connotaciones de mera especulación derivadas del uso que hacen los dialécticos del término— Descartes prefiere llamar cierta a cualquier opinión basada en una evidencia fiable que sea cierta. Y estos enunciados de conocimiento cierto, bien fundados, aún pueden ser objeto de duda, dependiendo del descubrimiento de nuevas evidencias; y cualquier opinión, independientemente de lo indudable que creamos que es, puede no ser cierta en el sentido absoluto en el cual Dios o cualquier otra inteligencia superior sabe cómo son de hecho las cosas.

§ 18. *Confirmación de hipótesis*

Incluso en aquellos casos en los que menos lo esperamos, como es el caso de los *Principia*, la aproximación de Descartes es claramente hipotética. Los fenómenos que requieren explicación son en primer lugar enumerados, después son presentadas las hipótesis explicativas, y por último éstas son confirmadas, al menos parcialmente, refiriéndose a su concordancia con los hechos conocidos de forma empírica. Por ejemplo, en el artículo xlii de la Parte III, el autor limita el campo de los *explananda* discutidos al sol, las estrellas fijas, etc. Al proponer explicaciones de estos tipos de fenómenos Descartes escribe: «Deseo que todo lo que escribo acerca de este punto sea considerado como hipótesis» (VIII-1, 99). Al suponer que la materia está compuesta de pequeñas partículas imperceptibles en movimiento y que las leyes de la naturaleza proporcionan una base suficiente para explicar todos los fenómenos naturales¹¹, la única tarea que resta al científico es inventar las hipótesis auxiliares apropiadas para relacionar las suposiciones básicas con las descripciones de los *explananda*. Descartes asume precisamente esta tarea con su característica confianza en el proyecto. El texto que sigue está salpicado de reconocimientos de la naturaleza hipotética de la discusión con frases del tipo de: «propongo esta hipótesis» (p. 86); «nos tomamos la libertad de suponer» (p. 86); «deberíamos pensar que» y «creemos», «no creemos» (pp. 89, 93, 94); «aquí supongo (p. 103);

Review, 76 (1967), 3-27. La oposición opuesta es mantenida por Peter Unger en *Ignorance*, pp. 47 ss.

¹¹ Sorprendentemente Descartes imagina que es un aspecto positivo de sus suposiciones el que una condición posible del universo pueda ser explicada por ellas, con más ingenuidad quizá de la usual. Cf. VIII-1, 103; IX-2, 126; *Discurso*, VI, 64-5.

«creo que es igualmente necesario admitir estas dos suposiciones» (IX-2, 139). Al principio de la Parte IV Descartes escribe: «Debo mantener las mismas hipótesis [que en la Parte III] para explicar lo que observamos sobre la tierra» (VIII-1, 203); y en la conclusión de esa sección recuerda al lector que sus suposiciones pueden no ser la verdadera causa de los efectos observados (VIII-1, 327; IX-2, 322).

La prodigalidad de Descartes al presentar tantas hipótesis auxiliares distintas como encontramos en sus ensayos científicos tan sólo puede explicarse por su pesimismo a la hora de controlar experimentalmente estas hipótesis. Es como si, a falta de algo mejor, cualquier descripción de cómo las suposiciones generales sobre la materia y el movimiento serían capaces de explicar los fenómenos naturales, fuera preferible a ninguna explicación en absoluto. En algunos casos Descartes admite que la experiencia puede decidir sobre algunas hipótesis auxiliares. Por ejemplo, no está seguro de si la gravedad es homogénea en toda la superficie terrestre y podría imaginar fácilmente algunas causas posibles que explicaran esa falta de homogeneidad: «pero aún no he sido capaz de realizar ningún experimento para probarlo» (IX-2, 214). Asimismo, no está seguro de si un imán giraría situando su polo contrario hacia el polo más próximo de la tierra, y esto tendría que confirmarse igualmente mediante la experimentación: «aún no he descubierto si esto es o no cierto mediante la experimentación» (VIII-1, 302)¹².

Hay bastantes indicaciones similares del control experimental sobre las hipótesis auxiliares en la correspondencia. Por ejemplo, Descartes escribe a Villebressieu en 1631 animándole a publicar sus *expériences* «para construir una física que sea cierta, clara y demostrada»; a Mersenne, en 1632, pidiéndole una descripción completa de cualquier observación astronómica que pueda conseguir; a Mersenne, ese mismo año, describiendo su propio trabajo en anatomía «para explicar la naturaleza de la imaginación y de la memoria»; a Huygens en 1637, refiriéndole la enorme cantidad de experimentos que son necesarios «para examinar cualquier cosa perteneciente a esta materia [medicina]»; a Mersenne en 1640, deseando que alguien pudiera medir exactamente la velocidad de caída de los cuerpos y la fuerza al chocar con el suelo, «ya que de este modo podríamos saber la velocidad con la que una masa comienza su caída»; a

¹² VIII-1, 311: «tampoco puedo examinar este poder de atracción sin que primero yo deduzca muchas de sus otras propiedades por medio de distintos experimentos y, así ("ita"), investigue su íntima naturaleza». El «ita» sugiere que la naturaleza del fenómeno se comprende a partir de experimentos relevantes.

Mersenne en 1643, lamentándose de la falta de base para «ser capaz de llevar a cabo todos los experimentos que serían necesarios para descubrir la naturaleza concreta de cada cuerpo». El mismo año escribe a Mersenne declinando dar su opinión sobre fenómenos que no ha examinado experimentalmente. «En lo que se refiere a los pistones de agua, no soy capaz de determinar nada sobre ellos, ya que depende de algunos experimentos que aún no he realizado». Descartes escribe a Huygens en 1645, afirmando que la falta de trabajo experimental ha obstaculizado un mayor progreso en la química. «No he realizado los experimentos que podrían haberse precisado...»; escribe al marqués de Newcastle en 1645, expresando la misma preocupación sobre el trabajo experimental con animales¹³.

Estas referencias al control experimental sobre las hipótesis auxiliares coincide con la declaración general del Prefacio a la edición francesa de los *Principia*: dada la generalidad de las suposiciones iniciales y la plausibilidad de las leyes de la naturaleza sólo nos queda para completar el proyecto seguir adelante con el trabajo experimental:

El resto de estas (verdades) que quedan por descubrir, dependen de experiencias concretas que nunca se encuentran por casualidad, sino que deben ser investigadas con cuidado y rigor por hombres muy inteligentes (IX-2, 20)¹⁴.

Sin embargo, a pesar de reconocer la necesidad del trabajo y el control experimental sobre las hipótesis, y a pesar del hecho de que Descartes dedique la mayor parte de su abundante correspondencia a la discusión detallada de experimentos, todavía hay un hueco significativo entre el ideal y la realidad en la ciencia cartesiana. Un ejemplo típico de explicación científica se encuentra en la discusión del magnetismo en los *Principia*. En el artículo cxlv de la Parte IV, Descartes enumera treinta y cuatro propiedades distintas de los imanes que son necesarias para explicarlos. Después, durante aproximadamente treinta páginas del texto sigue con modelos explicativos, bastante descriptiva o imaginativamente contruidos, de

¹³ El orden cronológico de las referencias es: verano de 1631 (?) (I, 216); mayo 10, 1632 (I, 250-51); nov. o dic., 1632 (I, 263); dic. 4, 1637 (I, 507); marzo 11, 1640 (III, 40); ener. 4, 1643 (III, 610); oct. 20, 1642 (III, 590); agosto 4, 1645 (IV, 260); oct., 1645 (?) (IV, 326).

¹⁴ Para comentarios similares *vid.* la segunda carta a Picot, XI, 326; *Descripción del Cuerpo Humano*, XI, 252-3; *Recherche de la vérité*, X, 503; Descartes a Isabel, enero 31, 1648 (V, 112); a un corresponsal desconocido (1648 ó 49) (V, 621); Descartes a Henry More, abr. 15, 1649 (V, 344); *Principia*, IX-2, 309-10.

cómo pequeñas partículas de materia de formas poco comunes pueden producir las distintas propiedades de los imanes que nosotros observamos. Y el hecho de que esta descripción pueda realizarse dentro del entramado de la teoría general de la materia y de las leyes de la naturaleza propuestas en la Parte II, se considera como una *confirmación* de la teoría.

No hay duda de que Descartes procede de forma hipotética en la física; y no hay duda de que, en teoría, contempla un fuerte control experimental sobre las hipótesis auxiliares. Pero la evidencia también apunta hacia un uso muy flexible del término «confirmar» respecto a las hipótesis. Y esto plantea inevitablemente dudas acerca de la consiguiente certeza de las hipótesis y de la evaluación de Descartes de su grado de certeza.

Hay bastantes ocasiones en las que Descartes emplea el término «confirmar» en escritos donde lo que se está decidiendo es una cuestión de hecho empírica. Por ejemplo, la afirmación de que la pupila del ojo se dilata o se contrae es confirmada por la experiencia (VI, 107); o de que es posible construir lentes de hielo, «ainsi que l'expérience a montré» (VI, 82); que una pequeña esfera dentro de un tubo capilar se acelera cuando giramos el tubo en círculos alrededor de uno de los extremos «hoc experientia confirmat» (VIII-1, 111); o que los cuerpos que encontramos sobre la tierra están llenos de poros («l'expérience peut montrer fort clairement»: VI, 87). Lo que es común a este tipo de ejemplos es que una afirmación empírica relativamente no teórica es confirmada directamente por referencia al experimento o evidencia pertinentes. Y Descartes reclama para estos ejemplos no teóricos-no experimentales la certeza o garantía máximas. La evidencia empírica indudable junto con la confianza de Descartes en su validación de las facultades cognitivas son suficientes para generar la certeza metafísica de que, por ejemplo, los cuerpos físicos existen y están sujetos a movimientos relativos.

¿Quién ha dudado nunca que los cuerpos se mueven, y de que poseen diversas formas y tamaños... ya que no sólo los percibimos a través de uno de nuestros sentidos, sino a través de muchos: de la vista, del oído y del tacto (VIII-1, 323).

El otro tipo de certeza (esto es, cuando creemos que no hay ninguna otra posibilidad más que la que jugamos cierta) abarca también el conocimiento que tenemos de que existen cuerpos en el mundo (IX-2, 324).

Tan pronto como la evidencia empírica en favor de tales afirmaciones fácticas se torna menos directa, más teórica o más experi-

mental, hay un consiguiente descenso del nivel de certeza que es posible alcanzar, por las razones que dábamos en el capítulo 3.

Es mucho más difícil concretar el sentido en el cual Descartes cree confirmar las afirmaciones teóricas. En parte son confirmadas por la evidencia empírica, y en parte por otros aspectos tales como la simplicidad, etc. Retrasaremos la consideración de estos aspectos hasta la sección § 20, y nos concentraremos aquí en la confirmación empírica de las hipótesis.

El sentido más débil en el que las hipótesis teóricas son confirmadas se da en el caso de que nuestra teoría esté de acuerdo con la experiencia, esto es, tenemos alguna evidencia empírica y nuestra hipótesis, al menos, no entra en conflicto con la misma. La postura habitual en este punto es considerar que Descartes está ya en posesión de hechos confirmados empíricamente o, al menos, enunciados que él cree ciertos. Entonces, comenzando a partir de unas pocas suposiciones acerca de la materia en movimiento y las leyes de la naturaleza, forja una descripción aproximada de cómo las hipótesis básicas pueden explicar los hechos; en la construcción de este relato aproximado hay un pródigo empleo de hipótesis auxiliares que no han sido probadas individualmente. Al final del relato se advierte la concordancia con los hechos, y de esta forma es «confirmado» el relato. Esta aproximación es tan *ad hoc* al ajustar la explicación para que se adapte a los hechos existentes que resulta difícil ver cómo puede haber ninguna corroboración en absoluto partiendo de tal concordancia. Y este tipo de argumento es típico de la ciencia cartesiana.

Por ejemplo, Descartes concluye la discusión de los cometas en los *Principia* con la afirmación: «Ni creo que haya habido ninguna observación sobre los cometas hasta ahora, excepto aquellas que deben verse como fábulas o milagros, cuya causa no se encuentre aquí» (VIII-1, 191)¹⁵. La explicación de las manchas solares está de acuerdo con la experiencia; al igual que las hipótesis sobre la polaridad del hierro en las minas «s'accorde avec l'expérience»; mientras que la explicación de la viscosidad es confirmada por todas las experiencia a mano¹⁶.

¹⁵ Cf. *Le Monde*. XI, 63: «de modo que este modelo de comentario no carece de ninguna de las propiedades concretas que han sido observadas en el mundo real». En este caso, es mucho más obvio que la explicación ha sido hecha a la medida para que se ajuste a los hechos.

¹⁶ IX-2, 158 (sólo en la versión francesa). Cf. VIII-1, 99; IX-2, 241; IX-2, 302; XI, 14. Otros ejemplos son sus experimentos en anatomía, *Generation*, XI, 514, 524, 534, donde las observaciones de distintos hechos se dice que confirman sus opiniones (en cada caso se usa el término «confirmo»); su teoría sobre la localización del polo norte magnético, VIII-1, 301; una prueba

La mera concordancia de las hipótesis con los hechos conocidos empíricamente no proporciona más que un criterio negativo para decidir su verdad. Hay indicaciones de que Descartes reconoce la necesidad de pruebas experimentales antes de afirmar que una hipótesis ha sido verificada o confirmada. Por ejemplo, en la discusión de las propiedades magnéticas de los metales en las minas, habla de

diferentes tipos de metales, que podrían explicar con más detalle aquí, si tuviera la oportunidad de realizar todos los experimentos que serían necesarios para confirmar (*vérifier*) los razonamientos que he llevado a cabo sobre este asunto (IX-2, 236) ¹⁷.

A falta de un control empírico independiente, Descartes concede ocasionalmente que tan sólo ha establecido su opinión con una cierta probabilidad ¹⁸. De modo que una interpretación caritativa de este amplio sentido de «confirmación» podría ser el siguiente: las explicaciones físicas son enunciados hipotéticos acerca de la forma de explicar causalmente los fenómenos observados mediante las suposiciones generales de la ciencia cartesiana. Es decir, es un intento de rellenar la línea de puntos

Principios-F ... enunciado *explanandum*

de una afirmación de Mersenne sobre la declinación magnética para ver si se acordaba con su teoría «a fin de voir si elle s'accordera avec mes raisons, ou plutost mes conjectures» (Descartes a Mersenne, mayo 30, 1643: III, 673); el examen de un corazón de ternera le proporciona algunas evidencias «que concuerdan tan perfectamente con mis explicaciones que (no podría imaginar) algo mejor» (*Varia Anatomica*, XI, 552). Vid. también *ibid.*, p. 555, y su examen de los granizos en pos de su blancura externa e interna, VIII-1, 149; *Anatomica*, XI, 617. Otros ejemplos de «confirmación» en los cuales el acuerdo entre teoría y fenómenos es completamente dependiente o, mejor, *ad hoc* en cuanto a las hipótesis auxiliares son: que al soplar el aliento a través de la mano cerrada se confirma la teoría de que el calor es el movimiento de pequeñas partículas (VI, 245); que la distancia de las estrellas fijas se confirma por el movimiento de los cometas (IX-2, 121); o que no podemos hallar un líquido que esté compuesto de pequeñas partículas, que sea claro y que no sea transparente (VIII-1, Part. IV, art. xvi).

¹⁷ Cf. IX-2, 17, donde habla de la necesidad de experiencias para «apoyar y justificar mi argumento».

¹⁸ Vid. *Le Monde*, XI, 20-21: «Las experiencias de que hablo no llegan a probarlo (que no hay vacío en la naturaleza) pero son suficientes para convencernos de que los espacios en los cuales no percibimos cosa alguna están llenos de la misma materia»; *ibid.*, p. 10, donde se dice que algunas experiencias «favorecen esta opinión». Y en las *Meditaciones* (VII, 73), la experiencia de imaginar probablemente sirve para mostrar que el cuerpo existe: «probabiliter inde conjicio corpus existere».

mediante hipótesis auxiliares. Hasta donde exista evidencia empírica independiente para controlar las hipótesis auxiliares, será más o menos cierta la explicación resultante; hasta que este control falte, las explicaciones propuestas satisfarán al menos el criterio negativo mínimo de estar de acuerdo con la evidencia empírica.

Una de las formas de confirmar las hipótesis cartesianas en un sentido más estricto del término es mediante la prueba o la predicción experimental de las implicaciones cuantitativas de las teorías. (Un tipo alternativo de argumento corroborador es discutido en la sección § 20.) Hay muchos casos notables en la ciencia cartesiana donde las predicciones cuantitativas basadas en una teoría son confirmadas por la experimentación. La ley del seno de la refracción implica una constante de proporcionalidad entre el seno de los ángulos de incidencia y refracción; y una serie de experimentos (*expériences*) con distintos ángulos de incidencia confirman la teoría¹⁹. La teoría cartesiana del arco iris es confirmada también mediante experimentos (VI, 337). Se invoca a los experimentos para confirmar una hipótesis acerca de los imanes (Descartes a Mersenne, 14 de noviembre de 1630: I, 172); para medir los cambios en el peso de un cuerpo cerca del centro de la tierra (a Mersenne, 13 de julio de 1638: II, 225); para probar la relación entre el calor del corazón y la frecuencia de latidos en las anguilas (a Plempius, 15 de febrero y 23 de marzo de 1638: I, 523, y II, 66); para comprobar el flujo de líquidos a través de tubos (a Huygens, 18 de febrero de 1643: III, 617, 805).

El número de ejemplos aquí citados podría incrementarse notablemente con más referencias a los ensayos científicos y a la correspondencia de Descartes; y a pesar de esto aún tenemos la impresión al leer las explicaciones de Descartes de que es más importante para el autor presentar explicaciones plausibles más que profundizar en una detallada comprobación de las explicaciones concretas. Estamos tentados de concluir que Descartes no está especialmente preocupado por confirmar o no sus teorías, y esto traiciona quizás su sobreconfianza en la plausibilidad de sus hipótesis. También surge la cuestión de si Descartes habría garantizado que sus explicaciones científicas pudieran ser refutadas; y es en esto más que en ninguna otra cosa en donde Descartes revelaría su postura frente al racionalismo²⁰.

¹⁹ Cf. VI, 102, y Descartes a Golius, febrero 2, 1632 (I, 236).

²⁰ Por ejemplo, Gerd Buchdahl escribe: «Ciertamente (Descartes) jamás duda de que sus verdades básicas sean compatibles con la experiencia. El problema crucial está en si podría admitir —posibilidad dudosa— que dichas verdades pudieran ser falsables en un nuevo contexto» («Descartes' anticipation

La refutación de una teoría tan amplia y general como las suposiciones de Descartes sobre la materia y el movimiento es bastante problemática²¹. Es más, hay razones para creer que el criterio de falsabilidad es aplicado selectivamente por los historiadores de la ciencia a la mayoría de los filósofos-científicos del siglo diecisiete. Si nos situamos dentro del entramado general en el que se desarrolla la ciencia de la época, no hay ninguna diferencia entre empirismo y racionalismo para los científicos de la tradición corpuscular en lo que respecta a sus convicciones sobre las suposiciones básicas. Como muchos otros de su época, Descartes probablemente no tenía ninguna duda acerca del éxito final del tipo de teoría de la naturaleza que defiende. De modo que cuando surge la cuestión de la refutación de las teorías o hipótesis, hay una serie de preguntas que tendrían que hacerse a Descartes para aclarar sus suposiciones acerca de la certeza de sus teorías científicas:

- a) ¿Aceptaría Descartes que sus teorías pudieran estar fundamentalmente equivocadas?
- b) ¿Creería que las suposiciones básicas de su ciencia (esto es, los principios-F) pudieran ser refutadas empíricamente?
- c) ¿Concedería Descartes que las explicaciones hipotéticas de los fenómenos individuales pudieran refutarse empíricamente?
- d) ¿Hay alguna insinuación en Descartes de que podría haber alguna objeción a la refutación empírica a causa de la carga teórica de los enunciados observacionales o a causa de alguna otra cosa más fundamental que nos hiciera dudar de tal evidencia empírica?

La primera pregunta ha sido contestada en sentido afirmativo en el capítulo 4; en este caso la revelación divina o la interpretación teológica de la revelación en su época es aceptada por Descartes como una fuente posible de refutación. La segunda cuestión plantea un problema completamente distinto. En este caso tenemos en primer lugar que identificar una suposición cartesiana tan fundamental que si demostráramos su falsedad sería suficiente para dudar de todo el planteamiento científico de Descartes; y en segundo lugar que sea posible refutar empíricamente esta suposición fundamental. En su correspondencia con Mersenne, Descartes reconoce que el movi-

of a "logic of scientific discovery", p. 417). Para interpretaciones similares vid. M. Hesse: *Forces and Fields*, p. 109; Jean Rostand: *L'Atomisme en biologie*, p. 156; J. F. Scott: *The Scientific Work of René Descartes*, p. 164; E. W. Strong: *Procedures and Metaphysics*, p. 215.

²¹ Para una formulación clara de las tesis Dehem-Quine, vid. Adolf Grünbaum: «Can we ascertain the falsity of a scientific hypothesis?», en *Observation and Theory in Science*, pp. 69-129.

miento de la tierra satisface la primera condición²²; sin embargo, aún hay una cuestión en la que la razón y la revelación entran en conflicto aparente. Un ejemplo más apropiado es la afirmación de Descartes de que «la luz alcanza el ojo instantáneamente desde el foco luminoso»²³, y esto es tan cierto que probar lo contrario sería minar toda su empresa: «Esto me parece tan cierto que si alguien pudiera demostrarme su falsedad, estaría dispuesto a admitir que no sé nada de lo que a la filosofía se refiere» (I, 307-8). En este caso Descartes está de acuerdo en someter a prueba su teoría, y más que adoptar la prueba sugerida por su adversario propone una alternativa que sería más favorable para aquellos que defienden una velocidad finita para la transmisión de la luz. El *experimentum* alternativo consiste en tratar de medir la velocidad de la luz cuando viaja entre la luna y la tierra durante un eclipse de luna, ya que Descartes sospecha que la velocidad de la luz es mucho mayor como para ser medida en distancias cortas. Desgraciadamente los instrumentos de la época no eran capaces de medir siquiera este intervalo de tiempo; con lo que concluye:

Por tanto su experimento es inútil, y el mío, que es el aceptado por todos los astrónomos, muestra muy claramente que la luz llega a nosotros en un intervalo de tiempo que no es perceptible. Por esto considero este argumento como una demostración (I, 310).

Este es un caso bastante aislado en el que hipótesis fundamentales son comprobadas de forma experimental. Sería más correcto decir que aunque Descartes estaría dispuesto a conceder que sus presupuestos físicos básicos estuvieran equivocados, no prevé ninguna refutación experimental. Y las razones de esta postura son explicadas en parte por la sobreestimación de sus propias teorías y en parte por factores que caen dentro de la cuestión *d*).

En contraste con su insistencia en la certeza de los presupuestos fundamentales, Descartes se basa rápidamente en la evidencia empírica para poner en tela de juicio hipótesis acerca de fenómenos

²² Cf. Descartes a Mersenne, nov. 1633 (I, 271): «Admito que si es falso (que la tierra gira), entonces también lo son todas las bases de mi filosofía puesto que está claramente demostrado a partir de ellas. Y ello está tan íntimamente conectado con todas las demás partes de mi tratado, que no podría suprimirlo de ellas sin que lo demás resultase insostenible».

²³ Descartes a Beeckman, agosto 22, 1634 (I, 307). Esto no equivale a decir que la luz viaja en un instante desde la fuente. Presumiblemente la distinción en la mente de Descartes entraña que la luz realmente no viaja, pues tendría para él poco sentido que algo pudiera viajar de hecho así de rápidamente. Descartes corrige a su corresponsal en este sentido dentro de la misma carta.

concretos. Por ejemplo, recurre a *plusieurs expériences* para verter la duda sobre la suposición de que nuestras ideas reflejan exactamente los objetos a los que aluden (XI, 4); a una prueba experimental para rebatir la afirmación de que un tipo de piedra apunta siempre hacia el sol (Descartes a Huygens, 14 de enero de 1643: IV, 803-4, V, 584); a un «experimento más fiable» para reputar la teoría galénica de la «circulación» de la sangre (Descartes a Plempius, 15 de febrero de 1638: I, 526). Descartes escribe a Ciermans que está dispuesto a reconsiderar su explicación del color rojo si hay una sola experiencia en el conjunto de la naturaleza con la que sea incompatible (Descartes a Ciermans, 23 de marzo de 1638: II, 75). Rechaza la explicación de la refracción de Hobbes porque «*experientiae repugnat*» (Descartes a Mersenne, 18 de febrero de 1641: III, 317), y tiene una reacción similar para con la explicación del mismo fenómeno de un autor desconocido cuyas indicaciones le son presentadas por Mersenne: «la experiencia claramente lo contradice» (Descartes a Mersenne, junio o julio de 1648: V, 205). La teoría planetaria de Ptolomeo es igualmente rechazada porque está «manifiestamente en contra de la experiencia» (Descartes a un interlocutor desconocido, 1644 (?) : V, 550; cf. *Principia*, VIII-1, 85).

Estos ejemplos muestran que, al menos cuando le conviene, Descartes no es reacio a recurrir a la evidencia empírica o a los experimentos para poner en entredicho la credibilidad de las hipótesis científicas.

La cuestión final planteada acerca de la refutación empírica se refiere a la posibilidad de objeciones filosóficas generales sobre la línea de la tesis de Duhem-Quine o la carga teórica de la evidencia observacional. Sería anacrónico pretender encontrar estas objeciones en Descartes en su formulación actual; al mismo tiempo hemos indicado en § 5 que Descartes muestra objeciones a realizar experimentos en numerosos terrenos, muchos de los cuales coinciden con reservas formuladas recientemente en la filosofía de la ciencia. Por ejemplo, Descartes desconfía de los experimentos que no van acompañados de una teoría correcta, y es atípicamente cauteloso al afirmar que podemos formular una conclusión teórica incorrecta a partir de una evidencia empírica fiable. La principal razón de esta cautela es que cualquier situación física es mucho más complicada de lo que nuestras teorías son capaces de reconocer y hay muchos aspectos de un hecho o situación física real que no están reflejados en las variables de nuestra hipótesis. La realidad física es demasiado compleja para nuestras teorías y por tanto la evidencia contrafáctica debe interpretarse cuidadosamente. Aparte de esta limitación del

papel de la experiencia en la refutación, Descartes no rechaza la posible evidencia empírica falsadora, y no hay ninguna evidencia que sugiera que desconfía del conocimiento sensible, como tal, como fuente de información fiable sobre el mundo físico. Si la evidencia contraria a una teoría no es explicable de ningún otro modo, como en el caso de la ausencia de paralaje para las estrellas fijas cuando la tierra se mueve²¹, la teoría debe ser reformada para adaptarse al fenómeno.

En resumen, tanto en el caso de la confirmación como en el de la refutación, la práctica recogida por Descartes indica que éste se basa casi exclusivamente sobre la evidencia empírica cuando la cuestión en juego es relativamente no teórica. Los enunciados de hecho sobre los fenómenos observables son decidibles más fácilmente mediante la experiencia.

Una vez que la disputa trata de una cuestión teórica, la evidencia presente en los escritos de Descartes es clara. Por otro lado afirma con demasiada facilidad que sus hipótesis auxiliares son «confirmadas» simplemente por estar «de acuerdo con la experiencia»; y hemos indicado que oscila en esta cuestión entre afirmar más de lo que ha probado y admitir que sólo tiene argumentos probables a su favor. Por otra parte, también encontramos ejemplos clásicos de predicciones cuantitativas basadas en una teoría que están de acuerdo con pruebas experimentales bien diseñadas. Y en estos casos tenemos la impresión de que la palabra «confirmación» es apropiada. Una ambigüedad similar se obtiene en el caso de la refutación de los enunciados teóricos. Descartes es bastante descuidado al indicar cómo algunas hipótesis son incapaces de concordar con la evidencia experimental; y llega a afirmar —especialmente en defensa propia— que la experiencia raramente proporciona una evidencia absoluta contra una teoría, ya sea porque la teoría puede reformarse para ajustarse a la evidencia, o ya sea porque la evidencia «experimental» no debe ser tomada tal y como se presenta.

§ 19. *Experimentos cruciales*

Descartes estaba familiarizado con el problema de las explicaciones científicas rivales del mismo fenómeno. La elección entre tales alternativas está determinada por numerosos factores, tales como la simplicidad relativa de las hipótesis rivales, el grado de compatibilidad con presupuestos ya admitidos, y la fecundidad para

²¹ VIII-1, 97.

proporcionar más explicaciones de fenómenos no explicados de otra forma. La evidencia empírica es también un factor dominante en la resolución de cuestiones de este tipo. Por ejemplo, Descartes comenta en el *Discurso* sobre los experimentos cruciales:

En lo que se refiere a ese problema (la elección entre explicaciones rivales) no conozco otra solución más que buscar con mente abierta experiencias tales que no sea lo mismo explicar (un efecto concreto), ya sea con una o con la otra (VI, 65).

Esto no equivale a indicar la posibilidad de experimentos cruciales en todos los casos de explicaciones conflictivas; Descartes tan sólo reconoce que no conoce otro recurso que buscar *expériences* —ya sean observaciones, experimentos o incluso fenómenos— que sean compatibles con una explicación e incompatibles con la otra.

La prueba del compromiso de Descartes con tales procedimientos decisivos empíricos es el examen de lo que hace o propone que debe hacerse en aquellos casos en donde su explicación de algún fenómeno entra en conflicto con la de otro científico tanto si es contemporáneo como si no. Aunque sería preciso un examen detallado de cada caso para formular una conclusión definitiva, tan sólo consideraremos aquí un ejemplo como paradigma de actuación de Descartes en la controversia científica; se dan también algunas referencias para otros casos donde Descartes parece seguir la estrategia de su *Discurso*. El caso que aquí examinamos es la polémica con William Harvey sobre el mecanismo mediante el cual el corazón impulsa la sangre en la circulación sanguínea²⁵.

En la discusión de las diferencias entre Harvey y Descartes se sigue el siguiente esquema. Se hace un pequeño resumen de los puntos de acuerdo de los dos científicos en contra de la mayoría de los médicos y cirujanos de la época en lo que a la circulación de la sangre se refiere. Se sigue con la enumeración de los puntos en desacuerdo. Retrospectivamente, la historia de la fisiología, evidentemente ha reivindicado la posición de Harvey. Sin embargo, en el momento de la polémica no se registra ningún ejemplo de

²⁵ Ciertos comentadores se han centrado en el desacuerdo sobre que Harvey sea un modelo del racionalismo cartesiano operante. *Vid.*, especialmente, P. Gallois: «La méthode de Descartes et la médecine», *Hippocrate*, 6 (1938), 77; L. Chauvois: *Descartes; sa méthode et ses erreurs en physiologie*, p. 18; A. C. Crombie: «Descartes on Method and Physiology», *Cambridge Journal*, 5 (1951-2), p. 179. Para una diferente interpretación de la fisiología cartesiana, *vid.* Jean Rostand: *L'Atomisme en biologie*, pp. 152-61; T. S. Hall: *Ideas of Life and Matter*, vol. I, 250-63, y «Descartes' physiological method: position, principles, examples», *Journal of the History of Biology*, 3 (1970), 53-79.

que Descartes recurra a otra cosa más que a la experiencia como factor decisorio entre las dos teorías. Esto se ve claramente al examinar las evidencias presentadas por ambos científicos. De hecho, es interesante recalcar que precisamente aquellos aspectos de la postura de Descartes que pudieran aparecer en contra de la experiencia se encuentran también en el intento de Harvey de explicar la circulación sanguínea.

Descartes discute la circulación sanguínea en *Le Monde* (1632), el *Discurso* (1637), *Las Pasiones del Alma* (1646) y en su *Descripción del Cuerpo Humano* (1648). Su explicación de la circulación sanguínea no cambia durante este período. Incluso antes de haber leído la descripción de Harvey en 1632 en *De Motu Cordis*, Descartes había presentado la hipótesis de que la sangre circula en el cuerpo humano como parte del modelo mecánico del hombre²⁶.

la mayor parte de ésta retorna a las venas a través de las extremidades de las arterias, las cuales se juntan en varios lugares con los extremos de las venas; y desde las venas parte es quizás empleada para nutrir partes del cuerpo. Pero, sin embargo, la mayor parte retorna al corazón, y de éste va una vez más a las venas; de modo que el movimiento de la sangre en el cuerpo no es otra cosa que una circulación continua (XI, 127).

Cuando Descartes reflexiona sobre este pasaje en el *Discurso* explica que no es un buen ejemplo de la propuesta deducción de las explicaciones particulares a partir de principios más generales. Más bien, «ya que no poseo aún los conocimientos suficientes como para hablar de ello (el cuerpo) del mismo modo que de otras cosas, esto es, demostrando los efectos a partir de las causas» (VI, 45); tiene que conformarse con un punto de partida hipotético y ver después qué es lo que puede explicarse. La larga discusión de la circulación de la sangre es un ejemplo de su método hipotético. «Pero, para que pueda verse cómo he resuelto este tema, me gustaría proponer una explicación del movimiento del corazón y de las arterias» (VI, 46). Es precisamente por este carácter hipotético por lo que la teoría precisa una corroboración empírica.

Una vez leído el *De Motu Cordis* de Harvey, Descartes está de acuerdo en atribuir el descubrimiento de la circulación sanguínea al médico inglés y habla de él elogiosamente como el primer hombre que «rompió el hielo en él (es decir, en su libro)» (VI, 50). Las razones principales propuestas por Descartes en favor de la teoría

²⁶ «Exceptúo el libro *De Motu Cordis*, sobre el cual ya me habéis hablado y encuentro que difiero en parte de él, aunque no lo haya visto hasta después de haber escrito sobre el mismo tema». Descartes a Mersenne, nov. o dic. de 1632 (I, 263).

circulatoria de la sangre son las mismas defendidas por Harvey. Y son las tres siguientes:

a) Un argumento cuantitativo —el corazón bombea más sangre en media hora de la que el cuerpo podría drenar y suplir mediante la alimentación²⁷.

b) La experiencia de la ligadura de un brazo: una ligadura floja del brazo provoca un aumento de la presión en el brazo, ya que las arterias siguen conduciendo la sangre, mientras que las venas están constreñidas y no permiten el retorno de la sangre²⁸.

c) Evidencia a partir de la estructura de las válvulas: las válvulas de las venas, de las arterias y del corazón están dispuestas de tal modo que la sangre no puede ir en ambas direcciones sino tan sólo en la dirección propuesta por Harvey y Descartes²⁹.

Descartes procede entonces a mencionar seis evidencias más en favor de la hipótesis, y el lenguaje que emplea ilustra el tipo de método empleado. «Pero hay muchas otras cosas que muestran que la causa del movimiento de la sangre es la que yo he propuesto» (VI, 52). Las seis son «hechos» empíricos: el color de la sangre, la relativa dureza de las arterias y venas, el tamaño relativo del ventrículo derecho y el izquierdo, la presión de la sangre como índice de salud, el calor de la sangre y el papel de los pulmones al enfriar la sangre.

Harvey y Descartes coinciden en el hecho de la circulación sanguínea y en el itinerario seguido por la sangre: desde la vena cava a través de la aurícula y el ventrículo derechos del corazón y la arteria pulmonar hasta los pulmones; y vuelta a través de la vena pulmonar hasta el lado izquierdo del corazón antes de emerger de nuevo a través de la aorta y las arterias y retornar de nuevo a las venas. Descartes y Harvey disienten acerca de la *causa* de la circulación. Más exactamente, están de acuerdo en que el corazón es la

²⁷ Vid. W. Harvey: *Exercitatio Anatomica de motu cordis et Sanguinis in Animalibus*, trad. de Chauncey D. Leake, 3.ª ed., cap. 9; y *Discourse*, VI, 51-2, «par l'expérience qui montre que tout celuy qui est dans le cors en peut sortir en fort peu tems par une seule artere, lorsqu'elle est coupée, encore mesme qu'elle fust estroitement liée fort proche de coeur, et coupée entre luy et le lien, en sorte qu'on n'eust aucun suit d'imaginer que le sang qui en sortiroit vin d'ailleurs».

²⁸ «ce qu'il prouve fort bien, par l'experience ordinaire des chirurgiens» (VI, 51); Harvey: *De Motu Cordis*, p. 89.

²⁹ «Il prouve aussy fort bien ce qu'il dit du cours du sang, par certaines petites peaux, qui sont tellement disposées en divers lieux... qu'elles ne le permettent point d'y passer du milieu de cors vers les extremités» (VI, 51); Harvey, *op. cit.*, pp. 97 ss

causa de la circulación sanguínea pero disienten en cuanto a la explicación de cómo funciona el corazón.

Descartes defiende, erróneamente, una forma de la teoría galénica, según la cual la sangre cae, gota a gota, en las cavidades derechas del corazón y el calor propio del mismo causa un tipo de efervescencia que provoca la expansión del volumen de sangre y causa la sístole cardíaca. Es en este momento cuando la sangre es expelida del ventrículo derecho a través de la arteria pulmonar. Después de enfriarse en los pulmones tiene lugar el mismo proceso en el ventrículo izquierdo y la sangre es expelida hacia las arterias a través de las que circula de vuelta hacia las venas de nuevo hasta la cava. En este modelo del funcionamiento cardíaco, la sangre penetra en el corazón cuando éste se contrae y sale expelido hacia la aorta y la pulmonar cuando el corazón se expande.

La evaluación de Descartes de la justificación de su propia postura está claramente ilustrada por el tipo de argumentos que invoca en contra de Harvey³⁰. Ambos disienten principalmente en el momento en el que se producen la sístole y la diástole, y también en la aplicación de la capacidad del corazón para impulsar la sangre hacia las arterias y de vuelta al corazón a través de las venas. El primer punto de divergencia es primariamente observacional, mientras que el segundo es en gran medida teórico. Descartes recurre al tipo de evidencia apropiado en favor de su postura en ambos casos.

Harvey estaba en lo cierto en su observación de la sístole y la diástole. Aunque no fuera el primero en diferenciar correctamente los dos movimientos del corazón³¹, estaba convencido por sus observaciones y experimentos de que la acción propia del corazón,

³⁰ Antes de discutir las nueve razones que cree confirman su hipótesis, Descartes sugiere que el movimiento del corazón se sigue de la disposición de sus partes y de la naturaleza de la sangre, tan simplemente como el movimiento de un reloj se sigue de la disposición de sus partes. Esto se ha tomado, a veces, como una meridiana formulación de la explicación *a priori* cartesiana de la circulación de la sangre. Pero más bien ocurre lo contrario. La «naturaleza de la sangre» se conoce por experiencia: «la nature du sang qu'on peut connoistre par experience» (VI, 50). Igualmente la estructura del corazón y la disposición de las válvulas son conocidas gracias a la investigación anatómica. Lo que Descartes está diciendo es: si el corazón, la sangre, las venas, etc., son realmente como se describen, no se requiere más para que la sangre circule. El mismo tipo de argumento se propone en la *Descripción del Cuerpo Humano*, XI, 231.

³¹ La deuda de Harvey con Realdo Colombus, que fue profesor de anatomía en Padua hasta 1547, y cuya *De Re Anatomica* fue publicada póstumamente en 1559, ha sido documentada por Gweneth Witteridge en su *William Harvey and the Circulation of the Blood*, pp. 41-77.

como músculo, era su contracción en todas las direcciones al mismo tiempo, y que este movimiento impulsa la sangre hacia la aorta y la pulmonar. De este modo, la sístole del corazón se corresponde con la diástole de las arterias. Al relajarse de nuevo durante la diástole, el corazón permite que penetre la sangre desde la cava y la vena pulmonar, punto en el cual se inicia de nuevo el proceso³².

Harvey estaba también en lo cierto al indicar que la explicación del movimiento sistólico no era otra cosa que el movimiento característico del corazón como músculo³³. Como evidencia de esto, señala el ejemplo del corazón que continúa latiendo incluso cuando no hay sangre en él, o incluso después de haber sido cortado en trozos tras escindirlo del cuerpo³⁴. En circunstancias normales, sin embargo, el corazón aparece para un observador entrenado del siguiente modo:

2. Se contrae en toda su extensión, pero especialmente en los lados, de forma que parece más estrecho y más largo...

3. Sosteniendo el corazón en la mano, éste aparece más duro cuando se mueve. La dureza es debida a la tensión, como cuando agarramos el antebrazo y sentimos cómo los tendones se vuelven nudosos al mover los dedos de la mano.

4. ...cuando se mueve, el corazón tiene un color más pálido, mientras que cuando se para adquiere un color más sanguíneo más oscuro. Teniendo en consideración estos hechos me parece evidente que el movimiento del corazón consiste en un aumento de la tensión generalizado, con contracción de todas las fibras y constricción de todas sus partes. El movimiento es el mismo que el del resto de los músculos³⁵.

Junto con estas observaciones está el experimento de cortar la punta del corazón de un animal mientras éste está latiendo e introducir nuestro dedo en el interior del ventrículo; la presión sobre nuestro dedo coincide con la sístole cardíaca.

Es difícil imaginar cómo Descartes es capaz de ignorar esta clara evidencia empírica en favor de la teoría de Harvey. De hecho, no la ignora, sino que realiza un resumen fiel y cuidadoso de toda la evidencia de Harvey en la *Description* (XI, 241-2), antes

³² El desarrollo de la teoría de Harvey a lo largo de las «Lectures» de 1616 hasta el *De Muto Cordis* está descrita por Witteridge en Harvey, pp. 91-7. Para resumen de las observaciones hechas por Harvey y de sus análisis del latido del corazón, *vid. De Motu Cordis*, pp. 31 y 47.

³³ «El movimiento (del corazón) es exactamente el mismo que el de los músculos cuando se contraen según sus tendones y fibras. Los músculos en acción se ponen tensos y rígidos y pierden su blandura al ponerse duros, mientras engrosan y mantienen su firmeza. El corazón actúa de igual modo». Harvey: *De Motu Cordis*, p. 30.

³⁴ *Vid. ibid.*, p. 42.

³⁵ *Ibid.*, pp. 29-30.

de dar su propia explicación del fenómeno. Opina que la teoría de Harvey está en contra del sentido común de la observación (XI, 241).

Descartes presenta la discusión sobre cuál de las explicaciones de la circulación sanguínea es la correcta con la frase siguiente: «Pero para poder ver cuál de estas dos causas es la correcta es necesario considerar algunas otras *expériences* que no sean compatibles con ambas» (XI, 242). No menciona que su explicación se verifique deductivamente a partir de los principios primeros, ni que se confirme a priori por el discernimiento de Descartes, ni que sea preferible en contra de la evidencia, por su coherencia con una teoría de la naturaleza más amplia. El factor decisivo entre la teoría de Harvey y la suya propia ha de ser la evidencia empírica; y aporta tres *expériences* que él considera decisivas a su favor.

a) Si las fibras del corazón se contrajeran, el corazón debería disminuir de tamaño. Mientras que si la sangre se expande, también deberá hacerlo el corazón. «Podemos comprobar por la experiencia que éste no disminuye de tamaño, sino que más bien éste aumenta» (XI, 242).

b) «Otra *expérience* que muestra que sus cavidades no se estrechan» (XI, 243) es cortar la punta del corazón de un conejo joven y ver cómo los ventrículos aumentan de tamaño mientras bombean la sangre y se endurece al mismo tiempo. De hecho el experimento análogo de Harvey con un corazón de perro da los resultados que éste describe a causa de que las fibras cardíacas de animales tan grandes pueden ejercer presión sobre el dedo en su interior ¡aunque el ventrículo mismo se expanda!

c) «Añadiré una tercera *expérience*» (XI, 243), y es que la sangre arterial tiene características distintas de la sangre venosa. En la explicación de Harvey, tendríamos que postular alguna *faculté* que provocara el bombeo cardíaco, y otra nueva *faculté* para explicar el cambio de la sangre entre la cava y la aorta. La teoría de Descartes los explica mediante el calor del corazón, algo que en sí mismo no es un postulado (según él), sino algo que «cualquiera sabe que es mayor en el corazón que en cualquier otra parte del cuerpo» (XI, 244).

La reacción de Harvey ante esto es sugerir, en parte erróneamente, que las observaciones de Descartes son incorrectas³⁶. Por

³⁶ «Este hombre verdaderamente ingenioso y sutil, René Descartes... y otros... Pero, a mi entender, su observación no es correcta». Harvey segunda

tanto, plantea una explicación alternativa, en términos del grosor relativo de arterias y venas, de por qué es de diferente color la sangre de unas y de otras. Harvey, ignorando —como todos sus contemporáneos— la verdadera causa de este fenómeno, concedió más tarde la mayoría de los puntos que inspiran la explicación de Descartes, aunque muchos de éstos fueran incompatibles con su propia teoría. Por ejemplo, da por sentado que el corazón es la fuente del calor de todo el cuerpo, y también que la propia sangre posee cierto calor innato que comparte con el corazón, la cual dispara la ebullición de la sangre cuando ésta alcanza el ventrículo derecho³⁷. Sugiere erróneamente que la sangre retorna al corazón más fría, y que ésta es calentada por el corazón en tanto que los pulmones la enfrían³⁸. Harvey llega hasta el punto de explicar que el movimiento disparado y continuo del corazón es debido al aporte de sangre venosa a pesar de haber mostrado él mismo que un corazón aislado y sin sangre continúa latiendo³⁹. De hecho ésta es la objeción más importante a la explicación de Descartes. La última paradoja de la postura de Harvey es su rotunda negativa a admitir la existencia tanto de las anastomosis (en el sentido galénico) entre arterias y venas, como de poros invisibles en el septo del corazón, ya que ninguna de estas cosas es observable; mientras por otro lado, él mismo postula la existencia de conexiones capilares entre venas y arterias, igualmente inobservables en la época⁴⁰.

Parece evidente tras los intentos de investigación de Harvey y las respuestas de Descartes a los mismos al menos esto: no hay una

carta a Riolan, 1649, en *The Circulation of the Blood*, trad. de Kenneth J. Franklin (Oxford, 1958), p. 65.

³⁷ Que el corazón es una fuente de calor, *vid* Harvey: *De Motu Cordis*, página 71. Sin embargo, escribe a Riolan en la segunda carta: «tampoco es el corazón, como piensan algunos, una especie de carbón encendido... la fuente del calor... sino que la sangre... lleva al corazón (como a todas las demás partes) el calor que ella ha recibido», *Circulation*, p. 63. Harvey sostiene también que la sangre ebulle por su propio calor en la aurícula derecha en forma de fermentación. «La sangre... calentándose poco a poco por su calor interno y tornándose más rarificada, se infla y sube como lo hacen las cosas en fermentación». *Ibid.*, p. 57. Esta última parte de su teoría está propuesta, según Harvey, «sin una demostración» (*ibid.*, p. 62).

³⁸ *Vid.* la carta a Riolan, *Circulation*, pp. 19-20. De hecho, la sangre está más caliente al dejar las distintas partes del cuerpo por las que pasa. *Vid.* L. Chauvois: *William Harvey*, p. 248. Para la función de los pulmones, *vid.* *De Motu Cordis*, pp. 59, 71, y *Circulation*, p. 20.

³⁹ Tanto Sir Kenelm Digby como Plempius de Lovaina destacaron esto como objeciones a la explicación de Descartes de los latidos del corazón.

⁴⁰ Fueron primeramente observadas por Malpighio, diez años después de la muerte de Descartes. *Vid.* Dreyfus-Le Foyer: «Les conceptions médicales de Descartes», p. 240.

línea de demarcación clara entre la teoría y los hechos observacionales, y el desacuerdo entre ambos científicos es tanto en un terreno como en el otro. Harvey es con mucho el mejor de los dos en cuanto a estudios fisiológicos, y sus observaciones son correctas en la mayoría de los casos. Pero la importancia de esta divergencia entre Descartes y Harvey para nuestra discusión está en el intento por parte de Descartes de resolver el problema exclusivamente en los términos de la fiabilidad de las observaciones y el mayor poder explicativo de su propia teoría para describir lo que él considera los hechos empíricos⁴¹. Descartes no recurre a ninguna razón a priori en favor de su explicación. Más bien, admite la importancia de la evidencia empírica para decidir entre él y Harvey, y cree que las *expériences* a las que recurre son decisivas en favor de su propia teoría.

Un claro ejemplo de las múltiples controversias cartesianas es obviamente insuficiente para establecer un patrón de confianza en la experiencia como máximo criterio en la elección entre teorías rivales. Sin embargo, no hay muchos otros ejemplos en el trabajo de Descartes. La razón de esto no es que encontremos que Descartes intenta decidir las divergencias teóricas en ciencia sin ninguna referencia a la evidencia empírica; más bien se enfrenta a menudo con la situación de tener que elegir entre explicaciones alternativas. Cuando surge, sin embargo, la ocasión de arbitrar entre teorías rivales, sigue su inclinación por la evidencia empírica como factor decisivo.

Por ejemplo, en la disputa sobre la velocidad de transmisión de la luz, que ya hemos mencionado anteriormente, ambas partes están de acuerdo en que se trata de algo decidible empíricamente. Cuando Cavendish objeta contra sus cálculos sobre la periodicidad de un péndulo triangular que éstos están en contra de la experiencia, responde que Cavendish ha fallado al no tener en cuenta la

⁴¹ Esta era también la interpretación de Gilson, en *Etudes*, pp. 93-4: «La actitud adoptada por Descartes cuando se enfrenta con la descripción de Harvey es sumamente interesante. No niega que sea coherente y capaz de dar cuenta de los fenómenos; por el contrario vio en esto uno de los casos en que dos explicaciones diferentes dan cuenta del mismo fenómeno de un modo igualmente satisfactorio». Vid. también A. Gewirtz: «Experience and the non-mathematical in the Cartesian method», p. 199, nota 61. J. A. Passmore, en «William Harvey and the philosophy of science», *Australasian Journal of Philosophy*, 36 (1958), pp. 83-94, ve el desacuerdo entre Harvey y Descartes como un caso de dos filosofías de la ciencia en conflicto, una reduccionista y explicativa y la otra empírica y no sistemática. Cuando aquélla es un elemento de ésta, se trata sobre todo de un enfrentamiento entre dos explicaciones alternativas del mismo fenómeno, no observado o descrito de igual modo por ambos contendientes.

resistencia del aire⁴². Roberval sugiere una explicación alternativa para el mismo fenómeno, y Descartes está de acuerdo en «decidir la verdad de las explicaciones mediante *experimentos*»⁴³. Otro crítico, Fabri, sugiere una explicación alternativa de la caída de los cuerpos considerando la existencia de una gravedad propia de cada cuerpo y cita algunos experimentos que consisten en pesar los objetos en cuevas oscuras como una posible objeción a la explicación de Descartes. Descartes acepta los hallazgos experimentales, pero muestra que éstos son también perfectamente compatibles con su propia hipótesis⁴⁴. Por último, en la discusión de la gravedad frente a la materia sutil y de la posibilidad de la existencia del vacío en los barómetros, Descartes afirma haber sugerido el experimento de Puy-de-Dome a Pascal, quien supuestamente esperaba resultados contrarios a los obtenidos. De nuevo, el experimento es «absolutamente coherente con mis (los de Descartes) principios»⁴⁵. El experimento es propuesto como un método para resolver diferencias fundamentales entre él y Pascal; previsiblemente, la evidencia experimental es inadecuada para su misión. Con todo, su elección por parte de Descartes es importante para la interpretación de su metodología científica.

§ 20. La certeza de las explicaciones físicas

Ha argumentado en §§ 13-19 que la teoría de Descartes de la explicación científica implica el reconocimiento tanto de la necesidad de certeza en la ciencia como de la inevitabilidad del razonamiento hipotético. La mayor disparidad entre estos dos aspectos dominantes de la explicación tiene lugar cuando la revelación divina, supuestamente, sustenta una teoría que está en conflicto con hipótesis «racionales». En estos casos, Descartes parece completa-

⁴² Vid. Descartes a Cavendish, marz. 30, 1646 (IV, 380-88).

⁴³ Descartes a Mersenne, oct. 5, 1646 (IV, 512). Antes ha escrito una carta a Mersenne para Roberval, y comenta sobre las implicaciones de sus propios cálculos: «Et pour ce que cela se trouve par experience, il est evident que l'experience s'accorde tres-constamment avec mes conclusions» (IV, 547-8). Reitera su decisión de sostenerse sobre pruebas experimentales en una carta a Mersenne de ener. 25, 1647 (IV, 595-97).

⁴⁴ Vid. Descartes a Mersenne, abr. 26, 1647 (IV, 636).

⁴⁵ Vid. Descartes a Carcavi, agost. 17, 1649 (V, 391). Cf. Descartes a Mersenne, dic. 13, 1647 (V, 98-100), donde Descartes comenta los experimentos de Pascal, y sugiere que él (Pascal) y Mersenne podrían someter a prueba la influencia de los cambios atmosféricos mediante lecturas de barómetro.

mente satisfecho aceptando las enseñanzas de la Iglesia como verdaderas y adopta una descripción «falsa» pero plausible como explicación aceptable de cómo la naturaleza habría actuado de no haber intervenido Dios como lo ha hecho.

Como empresa hipotética, la explicación física está situada dentro del proyecto cartesiano en el espacio lógico entre los principios-M y los fenómenos empíricos conocidos empíricamente, donde los principios-F ocupan un lugar de honor próximo a los principios-M.

(principios-M..., principios-F)..., hipótesis auxiliares..., ...descripciones de los explananda.

Cuando el tiempo viene a confirmar la certeza de las explicaciones cartesianas, Descartes regresa a un esquema de algún modo parecido al expresado aquí anteriormente para distinguir la certeza metafísica de los presupuestos científicos básicos de la certeza moral de las explicaciones concretas.

Aparte de la evidencia empírica que ya hemos discutido, y de la compleja relación entre principios-M y principios-F —ambas cosas confirman los principios-F— Descartes presenta algunas consideraciones más que según su opinión confirman la verdad de los principios-F. Estas incluyen: la simplicidad de los principios-F, el hecho de que sean relativamente pocos principios capaces de explicar una gran variedad de fenómenos físicos, y el hecho de que los principios sean capaces de explicar con éxito fenómenos que no fueron tenidos en cuenta en la formulación inicial de los presupuestos básicos.

Morin logra alguna aclaración de estos criterios al objetar que siempre es posible imaginar una causa que pueda explicar cualquier efecto dado. En respuesta, Descartes escribe el 13 de julio de 1638:

Por último usted dice que no hay nada tan fácil como adaptar una causa a un efecto dado. Pero aunque existen efectivamente muchos efectos a los que resulta fácil ajustar una causa, considerados uno por uno, ya no resulta tan sencillo asignar una sola causa a varios efectos, a no ser que se trate de la verdadera causa que los provoca. A menudo para probar cuál es la verdadera causa de algunos efectos es suficiente encontrar una causa a partir de la cual sea posible deducir claramente los mismos. Y sostengo que todas las causas que he discutido son de este tipo... Si comparamos los presupuestos de otros con los míos, esto es, todas sus *cualidades reales*, sus *formas sustanciales*, sus *elementos* y el resto de cosas similares casi infinitas en número, con esta suposición única de que todos los cuerpos están constituidos por partículas (algo que puede observarse por simple inspección visual en algunos casos y que puede probarse mediante un número ilimitado de razones en otros...) y por último, si

comparamos lo que he deducido acerca de la visión, la sal, los vientos, la nieve, el trueno, el arco iris y todas mis demás suposiciones, con lo que ellos han deducido a partir de las suyas..., espero que será suficiente para convencer a aquellos de mente abierta de que los efectos que he explicado no tienen otra causa distinta de aquella de las que los deduzco (II, 199-200)⁴⁶.

La afirmación de que unas pocas causas son capaces de explicar una gran variedad de fenómenos ya ha sido enunciada en *Le Monde* como argumento corroborador junto con la simplicidad y la «familiaridad» de los presupuestos:

Por último, en lo que se refiere al resto de las cosas que he supuesto y que no pueden percibirse a través de los sentidos, éstas son todas tan simples, y tan familiares, e incluso tan limitadas en número, que si las compara con el maravilloso y diverso artificio que aparece en la estructura de los órganos visibles, tendrá aún más razones para suponer que, más que incluir algunas que no fueran genuinas, he omitido algunas que son de hecho operativas para nosotros. Y sabiendo que la naturaleza siempre actúa de la forma más simple y sencilla posible, quizás decida usted que es imposible encontrar explicaciones de cómo ella actúa más plausibles que las que he propuesto aquí (XI, 201)⁴⁷.

Esta misma postura se refleja en la *Meteorología*, donde el autor afirma: «me parece que mis explicaciones (*raisons*) deben ser más aceptables, a medida que las hago depender de menos cosas» (VI, 239). Los presupuestos que subyacen a la astronomía cartesiana igualmente se caracterizan por ser simples, plausibles e intuitivamente razonables: «Y no creo que pudiéramos encontrar otros principios de la naturaleza que fueran más simples, o más familiares intelectualmente, o ni siquiera más probables» (VIII-1, 102)⁴⁸.

El imprevisto éxito explicativo de unos pocos principios constituye un argumento confirmador adicional. Así, al inicio de la parte III de los *Principia*, Descartes propone incluir, tan sólo, un reducido número de causas hipotéticas,

para comprobar si es posible deducir todo el resto de causas concretas a partir de las primeras, aunque no hubiéramos tenido en cuenta estas últimas a la hora de proponer las causas más generales. Ya que si encontramos que este

⁴⁶ La objeción de que siempre es posible construir explicaciones *ad hoc* para explicar un fenómeno fue hecha por Descartes contra Galileo: «Sin haber considerado las primeras causas de la naturaleza (Galileo) ha ofrecido meramente explicaciones de unos pocos efectos particulares, y ha construido entonces sin fundamentos» (Descartes a Mersenne, oct. 11, 1638: II, 380).

⁴⁷ Cf. XI, 7-8.

⁴⁸ Cf. *Le Monde*, XI, 80-3.

procedimiento es efectivo, esto constituiría un fuerte argumento de que estamos en el buen camino (IX-2, 122).

Lo mismo se reitera en la conclusión de los *Principia*:

Quienquiera que advierta cuántos aspectos de los imanes, el fuego, y la total fábrica del universo han sido deducidos aquí de unos pocos principios... reconocerá que difícilmente puede suceder que tan gran número de cosas sean coherentes entre sí, siendo aquéllos falsos (VIII-1, 328)⁴⁹.

El uso de argumentos corroboradores complementarios basados en la simplicidad, el poder explicativo, etc., reconoce implícitamente que el mero «acuerdo con la experiencia» no es garantía de que las causas hipotéticas propuestas en una teoría sean las verdaderas causas de determinado fenómeno. Sin embargo, también está claro que los argumentos suplementarios sólo se aplican a las suposiciones más generales y básicas que fueron adoptadas en los primeros pasos de la empresa cartesiana. Esta es precisamente la postura defendida por Descartes en la conclusión de los *Principia*:

(La certeza metafísica) alcanza a todo aquello sobre los cuerpos físicos que puede ser demostrado, bien mediante principios matemáticos, bien mediante otros principios igualmente evidentes y ciertos; me parece que se pueden incluir, entre los últimos, aquellos principios que he expuesto en este tratado, al menos el más importante y general de ellos (IX-2, 324).

Al intentar ser más explícito acerca de qué hipótesis se incluyen entre «las principales y más generales» el autor menciona la teoría de la materia adoptada en la parte III, artículo xlví. Esto prácticamente equivale a admitir que la única presuposición que es metafísicamente cierta es la hipótesis de que la materia es divisible en partículas diminutas y que los movimientos e interacciones de estas partículas son suficientes para explicar todos los fenómenos físicos:

Creo que deberíamos también reconocer que he probado todo aquello que he escrito mediante una demostración matemática, al menos los puntos más generales acerca de la construcción del cielo y la tierra, en la forma en la que los describo; ya que he tenido la precaución de proponer como dudoso todo aquello que considero como tal (IX-2, 325).

Estas puntualizaciones al final de los *Principia* ilustran el tipo de dilema que está implícito en la demanda de certeza cartesiana

⁴⁹ Una apelación semejante al poder explicativo de unas pocas hipótesis ocurre en la discusión del magnetismo (VIII-1, 284), y al explicar la dispersión de los colores en el espectro de la luz (VI, 334).

cuando se asocia con el carácter obviamente hipotético de las explicaciones físicas. El propuesto compromiso es poco satisfactorio; lo que falta, obviamente, es un concepto más matizado de probabilidad o certeza. La indicación de Descartes parece llevar a lo siguiente: los principios-M tienen una certeza máxima. Los principios-F también son ciertos, porque algunos de ellos pueden confirmarse directamente por la experiencia; son coherentes con los principios-M; son familiares, simples, intuitivamente plausibles; y a pesar de su reducido número son capaces de proporcionar una base para explicar con éxito una amplia variedad de fenómenos distintos, incluyendo muchos que no habían sido considerados inicialmente en la formulación de los principios generales.

En franco contraste con los principios-F, las explicaciones más específicas de fenómenos físicos concretos son moralmente ciertas. El grado de incertidumbre que esto implica es hasta cierto punto tolerable; pero Descartes no se muestra optimista en cuanto a la posibilidad de suprimirlo por completo. Las razones de esto ya han sido discutidas; la explicación de un fenómeno concreto depende de la especificación de todas las variables que pudieran afectarle y esto parece ser una tarea teóricamente insuperable. En segundo lugar, incluso si fuera posible especificar todos estos factores e incorporarlos a una teoría, Descartes es notoriamente excéptico acerca de la posibilidad de llevar a cabo experimentos apropiados que pudieran controlar suficientemente las variaciones de estos factores. A falta de tal ciencia, Descartes propone un relato o modelo que está de acuerdo tanto con los principios generales como con nuestras observaciones empíricamente garantizadas.

Aquellos que piden algo más que esto a las explicaciones físicas «no saben lo que están pidiendo, ni tampoco lo que deberían buscar» (II, 144).

He sugerido anteriormente que los dos principales ensayos de Descartes sobre metodología, las *Reglas* y el *Discurso*, son guías poco fiables en la interpretación de la ciencia cartesiana considerados aisladamente de la práctica científica que tienen la intención de describir o como expresiones definitivas de concepciones de la ciencia física que probablemente evolucione entre 1628 y 1650. No podemos suponer gratuitamente que las concepciones de Descartes sobre el método científico sean claras o consistentes; así que no hay ninguna garantía a priori de que lo que encontramos en estos ensayos coincida con el método supuestamente apoyado por su obra científica. Al mismo tiempo, parece como si en el período maduro de su ciencia (es decir, desde aproximadamente 1635 en adelante) Descartes se viera obligado a enfrentarse con cuestiones metodológicas que fácilmente escapan a los lectores de *Las Reglas* o el *Discurso*. El hecho de que estas cuestiones —tales como los problemas sobre las hipótesis, la certeza o los modelos— sean discutidas incidentalmente o largamente en la correspondencia, sólo confirma la sospecha de que su autor estaba seriamente preocupado por las implicaciones de la experiencia científica en su concepción del método. La íntima relación, en el período maduro, entre la práctica científica y la discusión metodológica proporciona un punto de apoyo razonablemente seguro para una interpretación plausible. Y la interpretación que parece más plausible en este contexto no es, desde luego, la clásica imagen del estrecho racionalista unívo-

camente devoto de las explicaciones a priori y las cadenas de deducciones lógicas.

Ahora, sin embargo, debemos enfrentarnos con la cuestión planteada al principio y que fue demorada de momento; se trata de hasta qué punto los ensayos metodológicos representan una visión distinta del método científico de la que hemos atribuido a Descartes en estas páginas. Si Descartes no es un obstinado racionalista frente a la evidencia experimental, quizá las *Reglas* muestren tendencias racionalistas tempranas que serían abandonadas en el período maduro; o quizá el *Discurso* ilustre de forma más aguda algún tipo de evolución desde el racionalismo hacia un empirismo moderado a través de las supuestas discrepancias entre las partes II, V y VI.

§ 21. Las Reglas

Más que intentar que esto parezca un comentario de las *Reglas*, empeño que precisaría un tratamiento más amplio del que aquí me es posible dar, me gustaría aislar algunos puntos que apoyan la tesis de que este temprano ensayo metodológico es consistente con la concepción de Descartes que hemos ya perfilado.

El primer punto que debe resaltarse es que las *Reglas* fueron planeadas originalmente como una discusión general del método en tres partes o tres libros¹, cada uno de los cuales contendría doce reglas. Las primeras doce reglas se refieren al empleo de nuestras facultades cognitivas en general, y no se pretende dar ninguna indicación detallada o específica de cómo las reglas propuestas podrían aplicarse a las distintas disciplinas. Así que podríamos anticipar como resultado que la discusión es tan general que da escasas indicaciones sobre cómo resolver un problema matemático o cómo podríamos descubrir o probar una explicación física. Así, al final de la regla 7 encontramos este comentario:

Finalmente es importante no separar estas tres últimas proposiciones, porque en muchos casos debemos considerarlas de forma conjunta y todas ellas contribuyen por igual a la perfección del método. Y sería inútil diferenciar cuál de ellas es la primera; tan sólo nos referiremos a ellas aquí brevemente porque éstas son el tema principal del resto del tratado, donde presentaremos en detalle lo que aquí se propone de una forma general (X, 392).

¹ X, 399 y X, 432 se refieren a unos proyectados segundo y tercer libro, mientras X, 459 se refiere a una proyectada tercera parte.

Lo que se dice en las reglas de la 1 a la 12 es tan general que es muy difícil hacerse con una idea clara del método propuesto. En parte como resultado de esta vaguedad y en parte por la tendencia de Descartes a exagerar los méritos de las matemáticas, podríamos caer en la tentación de suponer que el método cartesiano implica una extrapolación a distintas disciplinas de un método que es peculiar de las matemáticas. Y en cierto sentido esto es verdad —pero sólo en el sentido, poco habitual, en el que el análisis y la síntesis fueron originalmente concebidos como un método geométrico. Pero exceptuando los antecedentes reconocidos en las matemáticas griegas, hay una característica del método cartesiano que surge en las *Reglas* y que no es una extrapolación de las técnicas matemáticas a otras disciplinas².

La certeza del razonamiento matemático se concede en la regla 2; sin embargo, la conclusión que se obtiene no es que sea ésta la única disciplina cuyo estudio es de provecho.

Y ciertamente no deberíamos concluir de todo esto que no deberíamos estudiar nada aparte de la Aritmética y la Geometría, sino que aquellos que sigan el camino recto hacia la verdad no deben estudiar nada que no proporcione un grado de certeza igual a las demostraciones de la Aritmética y la Geometría (X, 366).

A aquellos que prestan atención al texto se les dice, en la regla 4, que Descartes no está proponiendo una teoría sobre «las matemáticas comunes», sino «una disciplina distinta» (X, 374) en la que las figuras y los números de las matemáticas no son más que los «ropajes externos». La nueva disciplina es la *mathesis universalis* de la regla 4:

estos pensamientos me condujeron del estudio concreto de la Aritmética y la Geometría a la búsqueda de cierta *mathesis* general... y ya que la palabra «*mathesis*» quiere decir lo mismo que disciplina, las otras disciplinas deberán llamarse «matemáticas» con tanto derecho como la Geometría. Y difícilmente habrá... alguien que no distinga fácilmente, sea lo que sea lo que se le presente, entre lo que cabe dentro de la «*mathesis*» y lo que pertenece a otras disciplinas... tan sólo aquellas cosas que implican orden y medida forman parte de la *mathesis*, y es igual considerar tal medida en los números, que en las figuras, que en las estrellas, o que en los sonidos, o en cualquier objeto que deseemos. Por tanto debe haber una ciencia general que explique todo lo cognoscible sobre el orden y la medida y que no esté sujeta a ninguna otra materia; ésta es la llamada *mathesis universalis*... ya que ésta contiene todo a

² Este asunto es analizado detalladamente por J. L. Marion en *Sur l'ontologie grise de Descartes*.

causa de lo cual el resto de las ciencias son también llamadas matemáticas (X, 377-8).

Preguntar sobre las medidas relativas en el orden correcto es el papel de las «matemáticas puras» (X, 385). Esta es una empresa mucho más amplia y básica que el mero estudio de lo que comúnmente llamamos matemáticas (esto es, las cuestiones de orden y medida aplicadas a los números y a las figuras exclusivamente). Por tanto, si alguien estudia matemáticas en el sentido estricto que hemos mencionado, no será capaz de resolver el problema de hallar el anaclástico, ya que esto depende no sólo de las matemáticas sino de la «física» (X, 394).

La distinción entre la *mathesis universalis* cartesiana y las matemáticas comunes del siglo XVII está formulada incluso de forma más obvia en la regla 14, donde Descartes expresa la preferencia de que sus lectores no hayan estudiado jamás matemáticas. El método de las *Reglas* no fue planeado para resolver problemas matemáticos; muy al contrario, los acertijos matemáticos son propuestos para proporcionar al lector práctica en el nuevo método.

(estas reglas)... son tan útiles para alcanzar una sabiduría profunda que no dudaría en decir que esta parte de mi método no ha sido descubierta para resolver problemas matemáticos, sino que casi no deberíamos molestarnos en aprender matemáticas excepto para emplear este método (V, 442).

Aquí lo que se propone es una comparación entre las matemáticas más o menos ametódicas que Descartes critica, y por otro lado, un método o procedimiento del que se afirma que es más básico que las matemáticas, ya que se aplica de forma general a todas las disciplinas científicas. La *mathesis universalis* es lo que hace que las matemáticas sean tan ciertas y científicas como de hecho son; el que las matemáticas comunes se refieran a los números y a las figuras es algo accidental, ya que si comprendemos perfectamente el método de Descartes (según él) podemos esperar descubrir la llave del conocimiento científico de cualquier cosa, incluidos los números y las figuras, pero también los sonidos, las estrellas... Las doce primeras reglas de las *Reglas*, explican en teoría la idea central de este método generalizado. El siguiente grupo de doce reglas indicaría cómo se aplica este método a los números y las figuras; y la tercera parte que contendría de nuevo otras doce reglas mostraría cómo es posible acomodar la *mathesis universalis* a los problemas de la ciencia física.

La distinción entre las cuestiones que son apropiadas para la parte II y aquellas que pertenecen a la parte III es formulada en

los mismos términos que la distinción entre problemas perfectos e imperfectos.

Entre estas cuestiones algunas son perfectamente comprendidas, incluso a pesar de que no conozcamos su solución, y nos ocuparemos de esto en las doce reglas que siguen; por último hay otras cuestiones que no comprendemos perfectamente, y las reservamos para las doce últimas reglas (X, 429).

El concepto de problema perfecto se explica del modo siguiente:

Debería advertirse que, entre las cuestiones que están perfectamente comprendidas, incluimos tan sólo aquellas en las que percibimos distintamente tres aspectos, que son: mediante qué signos podemos reconocer lo que estamos buscando; una vez descubierto, qué es exactamente lo que podemos deducir de ello; y cómo podemos probar que estas cuestiones dependen la una de la otra (esto es, el punto de partida y la conclusión o solución) tanto que es imposible un cambio en la una sin el correspondiente cambio en la otra. Una vez planteadas todas las premisas no queda nada por mostrar excepto cómo alcanzar la conclusión... Cuestiones de este tipo que son fundamentalmente abstractas, y que raramente encontramos si no es en la Geometría y la Aritmética, parecerán de poca utilidad a aquellos que no estén versados en ellas. Pero me gustaría aconsejar a todos ellos que se apliquen al estudio y práctica de estas artes si desean comprender perfectamente la segunda parte de este método en la que se discuten todos los demás problemas (es decir, aquellos que no son perfectos) (X, 429-30)³.

Esta distinción se repite en la regla 17, donde la dependencia funcional de lo ya dado en la resolución de un problema define las cuestiones que son de importancia para la parte II:

hemos supuesto desde el inicio de esta parte (del libro) que es tal la dependencia entre las cosas que permanecen desconocidas en una cuestión y aquellas ya conocidas que las primeras están completamente determinadas por estas últimas (X, 460-61).

La distinción entre problemas perfectos e imperfectos se explica mejor mediante la interpretación de Descartes del análisis y la síntesis, que se discute más adelante. Por el momento, es suficiente subrayar el hecho de que el método propuesto en las *Reglas*, si es que es posible interpretarlo de algún modo, no es simplemente una extrapolación de los métodos aritméticos y geométricos a otras disciplinas. El objetivo de Descartes en la parte I es explicar qué es

³ Cf. X, 441, donde los problemas matemáticos se distinguen de «todas las demás consideraciones» hasta la regla veinticinco.

lo que hace que cualquier conocimiento científico sea científico; y después ilustrar en las partes II y III cómo estos comentarios metodológicos generales pueden aplicarse tanto a la matemática como a la física.

Hay un segundo punto que debe resaltarse sobre el método cartesiano en las *Reglas*, y es el tema dominante de la simplicidad de las ideas básicas y la obviedad del punto de partida de las explicaciones científicas. Hay setenta y cuatro referencias sólo al concepto de simplicidad en el texto. Muchas de ellas se refieren a las llamadas naturalezas simples, donde «simple» quiere decir de forma vaga «conceptualmente básico». Sin embargo, muchas otras referencias implican que la explicación o conocimiento científico de algo debe iniciarse por las cosas que son conocidas por el vulgo más que por los hombres instruidos. Unas pocas citas ilustran este punto.

Y aunque quizás a las personas instruidas les parezca que existe poco conocimiento de este tipo (simple y cierto), ya que no se han molestado en tenerlo en cuenta pensando que es demasiado sencillo y accesible para cualquiera como podría serlo cualquiera de los vicios comunes del hombre; yo creo que existe mucho más conocimiento de tal tipo del que ellos consideran (X, 362).

Los instruidos, no contentos con reconocer las cosas que son obvias y ciertas, presumen de afirmar cosas que son desconocidas y oscuras... hay muchas más (verdades que son obvias) de las que reconocen la mayoría de la gente, porque no se han dignado a prestar atención a cosas tan simples (X, 367-68).

Los instruidos son a veces tan sutiles que son capaces de transformar en oscuro aquello que es autoevidente y por supuesto no desconocido para el resto de los mortales; esto sucede cada vez que intentan explicar algo evidente mediante algo que no es tan evidente (X, 426).

No obstante, los instruidos a menudo emplean distinciones tan finas... que disipan la luz natural (de la razón) y descubren oscuridades incluso en aquellas cosas de las que los demás mortales jamás dudarían... (X, 442).

Esta comparación general entre las capacidades primitivas y espontáneas del intelecto humano cuando actúa según su propio parecer y las ofuscaciones introducidas por el falso aprendizaje está de acuerdo con los presupuestos subrayados en las *Reglas*; el conocimiento de los libros, los acertijos filosóficos, la lógica dialéctica y silogística, todo ello conspira para extinguir la luz natural de la razón. El proyecto de Descartes es fundamentalmente un intento de liberarnos de las excrecencias y malos hábitos intelectuales, incluidos los desarrollados por los matemáticos prácticos, y devolvernos, a cambio, a lo que él considera las capacidades más poderosas de nuestra inteligencia original. La gente de la calle o los rústicos son el paradigma de la mente que no ha sido corrompida por el estudio indiscriminado y ametódico.

Esta postura es incluso más explícita cuando se refiere a problemas de la ciencia física. Aquí podríamos esperar —en línea con la crítica general de Descartes— que los «instruidos» intentaran resolver los problemas físicos leyendo a otros autores o hilvanando argumentos a priori sobre lo que debe ser el caso, dando su oscura interpretación de términos simples como «extensión», «movimiento», etc. La reacción de Descartes aquí es refrescantemente llana y moderadamente empírica.

La Regla 5 propone que las cuestiones complejas sean analizadas en partes más simples, y se proceda después desde lo simple hasta lo complejo. Entre los que quebrantan esta regla están los físicos a priori:

Esta es la forma en la que actúan todos esos astrólogos, que sin conocer la naturaleza de los cielos y sin haber observado cuidadosamente sus movimientos, esperan predecir sus efectos. De esta misma forma actúan la mayoría de los que estudian mecánica aparte de la física, cuando apresuradamente intentan construir nuevos motores para producir movimiento. Del mismo modo (se incluyen) los filósofos que descuidan la experiencia (*expériences*) y creen que la verdad emergerá de sus cabezas del mismo modo que Minerva emergió de la de Júpiter (X, 380).

No sólo deberíamos primero familiarizarnos con las observaciones relevantes o la experiencia experimental, además la evidencia empírica más adecuada es aquella simple, familiar y conocida por todos. Esta postura se mantiene más extensamente en la Regla 9.

Es un vicio común de los mortales encontrar más atractivas aquellas cosas que parecen más difíciles; y la mayoría de la gente cree no saber nada cuando ven las causas simples y obvias de algo, mientras al mismo tiempo admiran ciertas explicaciones sublimes que los filósofos buscan más allá... Hay algo sobre lo que debo insistir más que sobre ninguna otra cosa, y es que, todos deben estar firmemente convencidos de que incluso la más oscura de las ciencias debe deducirse no de excelsas y oscuras cosas, sino tan sólo de aquellas cosas que son las más simples y fáciles de descubrir.

Por tanto, si por ejemplo, deseara descubrir si la fuerza natural puede viajar a distancia atravesando todos los puntos intermedios en un instante, no dedicaría de inmediato mi atención a las fuerzas magnéticas, o a la influencia de las estrellas o incluso a la velocidad de acción de la luz... que serían más difíciles de establecer que la cuestión original. En cambio reflexionaría sobre los movimientos locales de los cuerpos, ya que no sería posible encontrar nada más accesible a la experiencia (*sensible*) en esta categoría...

Del mismo modo si deseara saber cómo dos efectos contrarios pueden producirse por la misma causa y al mismo tiempo... no me dedicaría a especular a cerca de la luna, diciendo que se calienta mediante su propia luz y se enfría por una cierta cualidad oculta; sino que consideraría una balanza (X, 401-2).

La postura de Descartes no es sólo que debe establecer algunas verdades muy simples, conocidas empíricamente; también debemos basarnos en nuestra experiencia ordinaria como fuente de los «conceptos simples» que constituyen el entramado explicativo dentro del cual se generan las explicaciones de los fenómenos físicos. Así, el concepto de movimiento se entiende más claramente sobre la experiencia de moverse que a partir de definiciones del tipo de «la potencia de un cuerpo en tanto que está en potencia» (X, 426), y el concepto de lugar es más claro que «la superficie en torno de un cuerpo» (IX, 433). El exorcismo de las entidades filosóficas escolásticas corre paralelo a una paradójica confianza cartesiana en las deliberaciones del sentido común.

El método cartesiano como *mathesis* general propone que cualquier problema debe ser abordado comenzando a partir de la más simple, donde «simple» querría decir conceptualmente simple, o algo que es obvio o autoevidente, aunque esto último pueda parecer embarazosamente trivial. Una vez hallado el correcto punto de partida, deberíamos proceder de forma ordenada hacia el descubrimiento de lo desconocido. Los procedimientos gemelos de descubrir lo más simple y discurrir hacia la solución son comparados por Descartes con el antiguo método matemático del análisis y la síntesis⁴.

Cuando Descartes habla sobre el análisis y la síntesis, está mucho más cerca de la interpretación originalmente matemática de su método de lo que habitualmente se supone; ya que lo que se analiza o sintetiza no son proposiciones sino *cosas* en general. Al igual que el método antiguo se ocupaba principalmente del análisis de objetos o figuras geométricas, del mismo modo la discusión de Descartes del análisis y la síntesis en las Reglas 5, 6 y 7 se ocupa del análisis de cosas, «*rerum*». Las cosas en cuestión son vistas como objetos matemáticos en la parte I, y fenómenos físicos en la parte III. En cada caso, la mayor parte de nuestro trabajo consiste en descubrir los pasos mediante los cuales es posible discurrir, a partir de lo ya conocido, la solución de un problema concreto. Este proceso de descubrimiento es el análisis, y la síntesis será la «prueba» resultante. En el trabajo matemático, el análisis podría consistir en la construcción de diagramas geométricos y discurrir, en el curso de esta construcción, de un paso a otro en espera de la solución final. En los problemas físicos se espera no sólo des-

⁴ Para una discusión completa de este punto *vid.* J. Hintikka y U. Remes: *The Method of Analysis*, y J. Hintikka: «A discourse on Descartes's method», en M. Hooker, ed. *Descartes*, pp. 74-88.

cubrir las causas básicas que explican un fenómeno dado, sino también hipótesis auxiliares que nos permitan explicar el mecanismo por el que estas causas actúan. El descubrimiento de tales hipótesis auxiliares y de la evidencia que las apoye es parte de lo que Descartes quiere decir con «análisis».

Como ya hemos mencionado anteriormente, precisamente estas reglas, que según lo previsto explicarían la aplicación de este método general a la física, nunca fueron escritas. A pesar de esto, Descartes nos deja, al menos, dos buenos ejemplos prácticos de análisis y síntesis en funcionamiento dentro de las explicaciones físicas: uno en la óptica y otro en el magnetismo. El ejemplo de la óptica es especialmente importante, ya que implica un descubrimiento científico en el cual probablemente estaría trabajando Descartes en el momento de escribir las *Reglas*. Las vagas referencias al análisis y la síntesis deben, por tanto, ser elucidadas a través de un breve examen del método que Descartes afirma emplear en el descubrimiento de la ley del seno de la refracción.

La lógica de la búsqueda del anaclástico se describe del modo siguiente en la regla 8 de las *Reglas*:

encontrará que la proporción entre los ángulos de incidencia y de refracción depende de la variación de estos ángulos en concordancia con los distintos medios (implicados); y aún más; que este cambio depende del modo en el cual el rayo inciente penetra a través de todo el objeto transparente. El conocimiento de esta penetración presupone el conocimiento de la naturaleza de la acción de la luz⁵. Por último, para comprender adecuadamente la acción de la luz es preciso conocer qué es en general una fuerza natural —y éste es el término final más absoluto de toda la serie. Por tanto una vez comprendido esto mediante un *intuitus* mental, recorrerá los mismos pasos de acuerdo con la regla 5; y si no es capaz de comprender la naturaleza de la acción de la luz en el paso segundo, enumerará (de acuerdo con la regla séptima) todas las demás fuerzas naturales hasta comprenderla por comparación con el conocimiento de algo más, como se verá más adelante. Una vez hecho esto intentará comprender cómo el rayo penetra a través de todo el cuerpo transparente. Y así, seguirá todos los demás pasos en orden hasta llegar al anaclástico mismo (X, 394-5).

Lo que este método significa en la práctica puede ilustrarse con la discusión de Descartes del descubrimiento de la ley del seno en el segundo discurso de la *Dióptrica*.

En la *Dióptrica* Descartes se niega explícitamente a especular acerca de la verdadera «naturaleza de la luz»; por el contrario, se

⁵ Descartes aquí está prescindiendo explícitamente de la discusión de la naturaleza de la luz; se concentra, en cambio, en comprender cómo actúa la luz, de aquí la engorrosa frase, «la naturaleza de la acción de la luz».

concentra en el estudio de cómo ésta actúa⁶; la acción de la luz se comprende por analogía con otros fenómenos que nos son bien conocidos a través de nuestra experiencia ordinaria. Esto está de acuerdo con la advertencia citada anteriormente en la regla 9 para la comprensión de las fuerzas naturales. La discusión se divide naturalmente en una fase analítica y otra sintética.

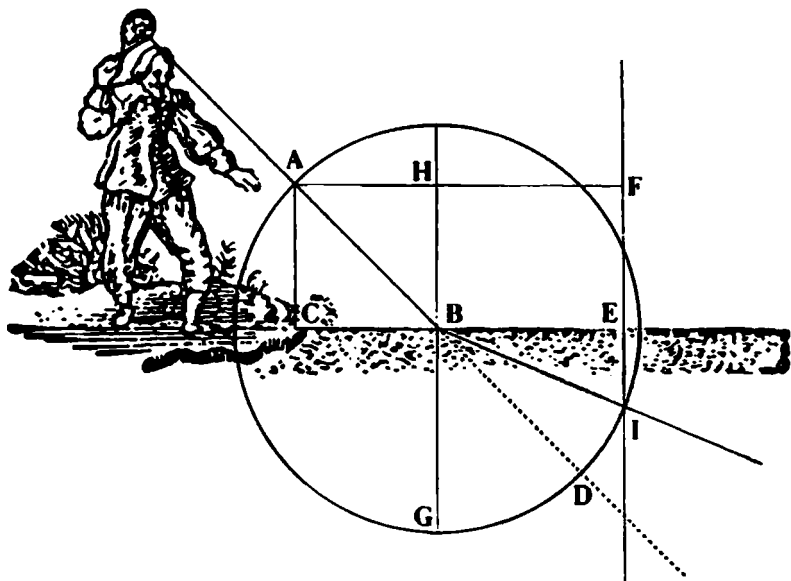


FIGURA 1

La parte analítica del método se aplica en primer lugar al caso de una pelota de tenis que choca con una superficie permeable. Supongamos que la bola golpea la superficie en el punto B en la figura 1, y pierde una parte de su velocidad, por ejemplo, la mitad. En segundo lugar, supongamos que podemos distinguir entre el movimiento de la bola y «su determinación» para moverse en una

⁶ La naturaleza de la luz no es la cuestión: «no es preciso que yo me ponga a decir cuál es su (de la luz) verdadera naturaleza» (VI, 83); «la cuestión aquí no es la de ver detenidamente este problema, y ninguna de estas cosas es ahora relevante para la acción de la luz que es con lo que estamos tratando» (VI, 94).

nados hacia la superficie del cuerpo del lado del cuerpo que los recibe más fácilmente de lo que lo hacen hacia el otro lado; y esto ocurre precisamente en la misma proporción que uno admite los rayos con mayor o menor facilidad que el otro (VI, 100).

La analogía entre la bola de tenis y el rayo de luz proporciona el siguiente análisis de la refracción óptica (véase la fig. 2): si V_i y V_r representan la velocidad del rayo incidente y refractado respectivamente, entonces

$$V_r = K V_i$$

donde la constante K es un medio en nuestro ejemplo. Del mismo modo, ya que la velocidad horizontal no se afecta por el impacto,

$$V_i \sin i = V_r \sin r.$$

Por tanto, $\sin i / \sin r = K$.

Para determinar el valor de K para una combinación determinada de medios tendremos que recurrir a la experiencia:

Y aunque para determinar su cantidad (es decir, de las refracciones), ya que esto depende de la naturaleza particular de los cuerpos en la que éstas tienen lugar, es necesario recurrir a la experiencia, podemos hacerlo con mayor sencillez y certeza, ya que todos los casos están reducidos a una medida. Ya que basta con examinarlas (las refracciones) en un solo rayo (VI, 102).

Los resultados de un experimento pueden extrapolarse a todos los demás en los mismos medios, y este paso inductivo puede comprobarse mediante la experiencia.

Hay un ejemplo mejor incluso de análisis y síntesis de la explicación de Descartes sobre el arco iris, que se discute a continuación como paradigma del método del *Discurso*. El ejemplo de la ley del seno sólo resuelve el primer paso en el problema propuesto en las *Reglas*, y ya proporciona un buen ejemplo del método cartesiano en la práctica. Análisis y síntesis en este caso, implican:

a) Abstracción de la naturaleza de la luz para concentrarse en su actuación.

b) El uso de modelos para centrarse en la acción, y, por el contrario, abstracción de las disanalogías del modelo, tales como peso, tamaño, etc., de la bola de tenis (VI, 94).

c) Análisis conceptual de la «fuerza» del movimiento de la bola, y la distinción entre movimiento y determinación de movimiento.

d) Una deducción a partir de los presupuestos adoptados hasta el momento de que la velocidad de la luz en distintos medios es una función constante de factores desconocidos.

e) El análisis geométrico de la trayectoria del rayo de luz y de la ley del seno resultante.

f) La confirmación de esta ley experimentalmente (VI, 102)⁷. Este enfoque explicativo, constructivo y experimental, es presumiblemente lo que Descartes quiere decir con «análisis». Este implica deducciones, pero deducciones a partir de presupuestos y modelos entre otras cosas. Una síntesis consistiría meramente en la reordenación de las piezas del puzzle que han salido a la luz para proporcionar un argumento continuo desde los presupuestos básicos hasta la descripción del *explanandum*, esto es, la refracción.

Esta descripción de análisis y síntesis no entra en desacuerdo con la actitud de Descartes hacia las matemáticas; no se deben aplicar los métodos de las matemáticas comunes a la física. Más bien, es preciso descubrir un método más fundamental que, con las correcciones adecuadas, sea aplicable tanto a las matemáticas como a la física. El análisis y la síntesis es tal método.

Aún nos queda una última puntualización antes de pasar a examinar el método propuesto por Descartes en el *Discurso*. Las *Reglas*, como ya hemos indicado, se basan en gran medida en el papel del *intuitus* en todo el conocimiento científico. En la regla tres, al definir el *intuitus* éste es comparado con la «fluctuante fe de los sentidos o el falso juicio de la imaginación cuando se portan de forma engañosa» (X, 368)⁸. La cuestión que surge es si esta definición excluye un papel importante de los sentidos y la imaginación en la ciencia, o si meramente rechaza un uso particular de los sentidos y la imaginación. La regla 12 deja bien claro que se trata de esto último, y la porción que nos queda de la parte II es explícita acerca de la función de la imaginación en las matemáticas⁹.

Aparte del conocimiento de las naturalezas simples mediante el *intuitus*, todo el resto del conocimiento es conocimiento de compuestos; y éstos son conocidos tanto i) a través de la experiencia como ii) porque las hemos construido nosotros mismos¹⁰. En ambos casos es posible el error. La experiencia es una fuente de error

⁷ Cf. Descartes a Golius, febrero 2, 1632 (I, 236-40).

⁸ «Per "*intuitum*" intelligo, non fluctuantem sensuum fidem, vel male componentis imaginationis iudicium falax».

⁹ Cf. ... 1, ... 3-8.

¹⁰ X, 422-3.

siempre que intentamos deducir a partir de nuestras sensaciones un enunciado de conocimiento sobre los objetos de nuestras sensaciones sin ninguna otra evidencia independiente¹¹.

Pero estas mismas cosas no burlarán el entendimiento del hombre sabio, ya que juzgará que todo lo que aprende de la imaginación está efectivamente representado en ésta de tal manera; pero nunca supondrá que ha atravesado intacto, sin ningún cambio o alteración desde los objetos externos a los sentidos y de éstos a la imaginación, a no ser que previamente lo haya conocido por otros medios (*ratione*) (X, 423).

Esta descripción de la falibilidad de los sentidos coincide plenamente con lo resumido anteriormente en § 5.

El otro tipo de conocimiento de los compuestos resulta de combinar algo en nuestra mente sin ninguna base experimental para ello (X, 423). Y, salvo una excepción, esto inevitablemente conduce al error. Los compuestos pueden obedecer a tres cosas: al impulso, a la conjetura, o a la deducción (X, 424). El tipo primero de compuesto falible —como resultado del impulso— tiene lugar cuando creemos algo «sin haber sido persuadidos de ello por la razón» (X, 424), tanto por haber sido dirigidos hacia ello por alguna disposición de la imaginación como por haber elegido creerlo libremente. El segundo tipo de compuesto no engaña, desde el momento que es reconocido como hipotético; sin embargo, como conocimiento hipotético que es, es dudoso e incapaz de proporcionar un método para conocer las entidades compuestas con certeza. La deducción en el sentido cartesiano es la única alternativa como fuente de conocimiento fiable.

Descartes concluye, sobre el pilar de la distinción entre compuestos basados en la experiencia y compuestos libres de la misma, que el error surge sólo cuando componemos las cosas por nosotros mismos. En otras palabras, el uso erróneo de la evidencia experimental y la composición sin evidencia experimental (excepto en el caso de la deducción), son ejemplos de «composición de cosas por

¹¹ La experiencia no engaña si se cumplen cuatro condiciones:

a) si el intelecto sólo intuye lo que de hecho le está presente. El error puede surgir cuando el intelecto predica de algo una propiedad que no está dada realmente en la experiencia, «quoties in illis aliquid inesse credimus, quod nullo experimento a mente nostra immediate perceptum est» (X, 423);

b) si no juzga que la imaginación refleja fielmente los objetos de la sensación;

c) si no juzga que los sentidos están dotados de la forma real de los objetos físicos de las sensaciones, y

d) si no se cree que los objetos físicos son siempre como se nos aparecen.

nosotros mismos». De esto se sigue que la única forma fiable de conocer los objetos compuestos es a través de la experiencia cuidadosamente monitorizada o interpretada (deducción).

Queda claro en este resumen que la definición de *intuitus* en la regla 3 representa un contraste entre la falibilidad de otras facultades cognitivas, tales como los sentidos o la imaginación, y la fiabilidad del entendimiento intelectual. La experiencia no engaña necesariamente, ni la imaginación es despreciable; sino que ambas son capaces de burlar a los desapercibidos siempre que supongan cándidamente que lo que se presenta a sus sentidos o a su imaginación se corresponde exactamente con el estado objetivo de las cosas.

La regla 12 confirma así la interpretación de *intuitus* propuesta anteriormente en § 7, donde se argumentaba que el *intuitus* no es independiente de los sentidos. Está claro ahora que el *intuitus* tampoco es independiente de la imaginación. Se trata simplemente de que el *intuitus* es una forma de conocimiento que evita satisfactoriamente las tendencias engañosas de los sentidos y de la imaginación cuando son mal empleados en un empeño cognitivo.

He aislado cuatro puntos en las *Reglas* que son premonitorios de las posiciones que adoptará Descartes después de 1628. Estos cuatro puntos son los siguientes:

a) El método propuesto en las *Reglas* no es una aplicación de los habituales procedimientos matemáticos a otras disciplinas científicas; más bien es un intento nuevo por comprender qué es lo que hace que una empresa científica sea cierta, incluidas las matemáticas.

b) Un aspecto importante de este método es que inicia sus investigaciones con las verdades más obvias y simples que están a su alcance. Esta postura fue quizá inicialmente fomentada por las ansias de certeza de Descartes. Sin embargo, rápidamente se desarrolla hacia una tesis más amplia en el sentido de que incluso los conceptos explicativos básicos de las explicaciones físicas, los modelos que pudieran facilitar los descubrimientos, y las verdades que mejor pudieran servir como punto de partida, todo ello puede conocerse mediante la experiencia ordinaria más que leyendo libros o haciendo experimentos.

c) El método del análisis y la síntesis empleado por los antiguos geómetras proporciona un paradigma al método cartesiano. Este antiguo método es un método de descubrir pruebas; el mismo implica el análisis de figuras geométricas y la construcción de las figuras auxiliares que sean necesarias para el desarrollo de una prueba adecuada. Del mismo modo, para Descartes, el análisis y la

síntesis constituyen un método de descubrimiento; su función primaria es la identificación de los pasos intermedios entre lo ya conocido y lo que aún queda por descubrir. En física esto sería el equivalente a descubrir las hipótesis auxiliares convenientes.

d) Descartes aplica también el método del análisis y la síntesis para elucidar los problemas epistemológicos en las mismas *Reglas*, en la parte I, especialmente a la cuestión del análisis del papel de las distintas facultades o procedimientos cognitivos a la hora de adquirir conocimiento científico. En este análisis, el *intuitus* se define por oposición a la deducción, y el empleo falible de los sentidos y la imaginación. He argumentado que ninguno de los términos empleados para referirse a los procedimientos cognitivos significa lo que parece; tal y como «deducción» implica lo que nosotros llamamos inducción, así del mismo modo, *intuitus* no excluye el empleo controlado de los sentidos y la imaginación. Aquí decíamos que sólo la composición imaginativa de las naturalezas complejas, es decir, la suposición de que los objetos compuestos son tal y como los imaginamos, sin el control crítico de la razón, es susceptible de error.

Descartes abandonó la escritura de las *Reglas* para dedicarse a la experimentación científica. Resulta razonable suponer que se habría extendido considerablemente, en la proyectada parte III, en las características de la ciencia física que la distinguen de los problemas perfectos. Se aproxima a esto en el *Discurso*, que representa una importante evolución o aclaración de lo que podría haber escrito en la Parte III de las *Reglas*.

Podemos tan sólo especular acerca de las causas que motivaron que Descartes dejara inconclusas las *Reglas*. La correspondencia parece indicar que el peso de las responsabilidades que le imponía el trabajo experimental desplazó cualquier otro tipo de escritos, incluido el trabajo sobre metafísica. Descartes, sin embargo, retomó la metafísica en 1634 y completó su discusión en 1641. En 1635-7 tuvo una espléndida oportunidad de terminar las *Reglas*, y la pasó de largo sin que tampoco volviera a la distinción entre problemas perfectos e imperfectos. Es al menos tentador suponer que la visión de Descartes del método científico fuera modificada por el trabajo científico práctico. La adopción de un enfoque hipotético en los ensayos de 1637 y la defensa de este enfoque en el *Discurso* son, asimismo, coherentes con esta suposición. Se diría que lo escrito en las *Reglas* es, si no incorrecto, demasiado vago o general al menos, como para ser empujado en la explicación de cómo debe ser el método a emplear en las ciencias físicas. De lo que se trata no

es de remodelar la idea de la *mathesis universalis*, sino de reconocer claramente que las explicaciones físicas son inevitablemente hipotéticas. Y esto es exactamente lo que encontramos en el *Discurso del Método* de 1637.

§ 22. El Discurso del Método

El texto del *Discurso* que fue publicado como una introducción a los ensayos científicos de 1637 no fue escrito como una descripción coherente o integrada del método científico tal y como se planeó para las *Reglas*. De hecho, en la versión editada de varios textos y/o borradores de fecha tan temprana como 1628, y que incluye la discusión de materias bastante dispares. De toda la gama de problemas que se tratan en los textos quisiera destacar dos solamente y discutirlos en detalle. El primero es el método que se propone en las cuatro reglas de la Parte II del *Discurso*; la otra cuestión se refiere a la referencia que hace Descartes a las «semillas de la verdad que se encuentran de forma natural en nuestras almas» (VI, 64) como base de las explicaciones científicas. Antes de entrar en estas dos materias es preciso considerar hasta qué punto evoluciona este texto entre 1635 y 1637.

Entre 1620 y 1636 Descartes se ve comprometido en varias ocasiones con la redacción de algo así como una biografía intelectual, un tratado sobre metafísica, las *Reglas*, el *Le Monde*, un tratado de meteorología y otro sobre óptica, junto con el trabajo en curso sobre varios problemas de geometría. Aunque el texto de *Le Monde* fue el primero preparado para su publicación, el proyecto fue abandonado por Descartes en 1633 al tener noticias del destino de Galileo¹². Los primeros planes serios de publicación tienen lugar después del episodio mencionado, en 1635, cuando Descartes propone publicar la *Dióptrica*¹³. En noviembre de ese mismo año decide publicar también la *Meteorología*, y escribir una corta introducción para ambos ensayos. Esta introducción persiste en la sección final, sección C, de la Parte VI del *Discurso*.

Entre el 1 de noviembre de 1635 y marzo del año siguiente Descartes cambia de opinión de nuevo y decide incluir parte de su trabajo sobre geometría en la proyectada publicación¹⁴. Eviden-

¹² Vid. Descartes a Mersenne, nov. 1633 (I, 270-71).

¹³ Vid. Descartes a Mersenne (?), primavera de 1635 (I, 322).

¹⁴ Gadoffre sugiere en «Sur la chronologie», p. 49, que la *Geometría* fue escrita entre diciembre de 1636 y enero de 1637. Vid. Descartes a Deriennes, febrero 22, 1638: «Es este un tratado que más o menos compuse mientras

temente el prefacio escrito para los dos ensayos era inapropiado para su trabajo sobre geometría y esto provocó la redacción de un nuevo prefacio que se ajustara a la ampliación de los contenidos de la publicación. Más que escribir algo completamente nuevo Descartes recurrió al manuscrito de las *Reglas* aún sin publicar; ya que la primera parte de éste incluye cuatro reglas que son aplicables a cualquier disciplina y éstas son las que son reordenadas y presentadas en la Parte II del *Discurso*. La aplicabilidad general del método propuesto da pie a la inclusión de otros manuscritos inéditos que sirven como ejemplo de su utilidad en física y en metafísica.

El texto final que resulta de tan curioso proceder no es completamente coherente. Incluye una sección de la *Histoire de mon esprit* en la Parte I, y un resumen de las cuatro reglas principales del método cartesiano del Libro I de las *Reglas*. La Parte III es una pieza relativamente nueva sobre moral, mientras que la Parte IV reproduce parte de sus primeros trabajos sobre metafísica y fue incluida en el texto final debido a la presión del editor deseoso de completar el manuscrito¹⁵. La Parte V es un resumen de parte de su trabajo sobre física y meteorología que encontramos en el *Le Monde*¹⁶. A pesar de que Descartes explica en la Parte V por qué abandona los planes de publicación del *Le Monde*, no obstante repite esta explicación al principio de la Parte VI y añade entonces el prefacio escrito originalmente para los dos ensayos sobre *Meteorología* y *Dióptrica*¹⁷.

Si suponemos que el *Discurso* fue compilado de este modo, es posible entonces explicar las inconsistencias y repeticiones del texto, y también dar una interpretación plausible de las disparidades existentes entre el método bosquejado en la Parte II y el método más hipotético que se describe en la parte VI. Algunos de los primeros lectores de Descartes advirtieron esta disparidad y se la hicieron notar. Esta es la respuesta a uno de ellos, Vatiér:

No fui capaz de ilustrar el empleo de este método (es decir, el método de la Parte II del *Discurso*) en los tres ensayos publicados, ya que éste pres-

se imprimía mi *Meteorología*, e incluso descubrí alguna parte del mismo durante este tiempo» (I, 458). Cf. Denisoff: *Descartes*, pp. 18-19.

¹⁵ Descartes a Vatiér, feb. 22, 1638 (I, 560).

¹⁶ Vid. Descartes a Mersenne, abr. 1637: «Incluyo algunas cosas sobre metafísica, física y medicina en el primer *Discurso* para mostrar que (el método) alcanza a todo tipo de materias» (I, 349). Vid. también Descartes a un corresponsal desconocido, mayo 1637 (I, 370).

¹⁷ Esto es consistente con el hecho de que no se mencione aquí a la *Geometría* en esta parte del *Discurso*, aunque los otros dos ensayos se mencionen varias veces.

cribe un orden para el descubrimiento de las cosas que es bastante diferente del que creía mi deber emplear en su explicación. Sin embargo, he proporcionado un ejemplo de este método en la discusión del arco iris (I, 559).

Esto está de acuerdo con el hecho de que no haya referencias al método del *Discurso* en los ensayos, con la sola excepción de la meteorología, donde Descartes presenta su discusión del arco iris:

Al arco iris es una de las más notables maravillas de la naturaleza y la búsqueda de su causa tan diligente y conocemos tan poco de la misma, incluso las mejores mentes desde el principio, que no podría haber elegido un ejemplo más apropiado para mostrar cómo mediante el método que empleo es posible alcanzar conocimientos que no están al alcance de aquellos cuyos escritos poseemos (VI, 325).

Así, cuando Descartes habla de su método, sin especificar, se refiere al método de descubrimiento que es un breve resumen de las *Reglas* y que está recogido en la Parte II del *Discurso*; por oposición, la *Dióptrica* y la *Meteorología* son ensayos hipotéticos, que salvo la excepción ya mencionada, no tienen el propósito de ilustrar el método para descubrir explicaciones científicas.

Nos inclinamos a pensar que Descartes adopta conscientemente las reglas fundamentales de las *Reglas* para su inclusión en la Parte II del *Discurso*¹⁸. Según esto la introducción se refiere a la Parte II como a *reglas*: «encontramos en la segunda parte las reglas (*règles*) principales del método sobre el cual ha investigado el autor» (VI, 1). Del mismo modo, la Parte II presenta el método como un sustituto de los «preceptos» de la lógica (VI, 18). Lo que sigue son versiones resumidas de las reglas 3, 5, 6 y 7 que las *Reglas* definían como la esencia del método cartesiano (X, 329).

Sin embargo, las cuatro reglas propuestas en el discurso casi no proporcionan ninguna información en absoluto del famoso método de Descartes, ni siquiera para un lector benévolo. Los breves ejemplos del método en funcionamiento en la física, la medicina y la metafísica que se adjuntan en las Partes IV y V son intentos que supuestamente vendrían a llenar los huecos dejados por la descripción anterior. Desde el punto de vista de la física las referencias al *Le Monde* son de gran ayuda y serán consideradas más adelante. Pero el primer ejemplo que Descartes admite de su propio método

¹⁸ En una carta a Mersenne de marzo 1636 (I, 339). Descartes escribe sobre el contenido del *Discurso*, que se hallaba por entonces en fase de redacción: «En este proyecto expongo una parte de mi método, trato de demostrar la existencia de Dios». La referencia a un método ya existente sugiere un ensayo metodológico anterior, presumiblemente las *Reglas*.

de descubrimiento es la discusión del arco iris en la *Meteorología*. Es interesante considerarlo tanto como un ejemplo del método del *Discurso* como una aclaración de lo que Descartes quiere decir en las *Reglas* con análisis y síntesis.

El examen cartesiano del fenómeno del arco iris tiene lugar según la tradición que ha explicado ya parcialmente su aparición: ésta incluye la hipótesis de Teodorico de Friburgo (1304) de que los dos arcos se forman por dos refracciones y uno o dos reflexiones de la luz dentro de cada una de las gotas de lluvia¹⁹. Por otro lado, Descartes es incapaz de explicar la dispersión de los colores en la refracción, o el orden invertido de los colores en los arcos primarios y secundarios²⁰. Su contribución específica consiste en proporcionar una explicación, mediante la ley del seno de la refracción, de los ángulos que formarían los dos arcos en el cielo, de modo que es posible una confirmación cuantitativa de la hipótesis. El orden del descubrimiento, según la *Meteorología*, es el siguiente:

1) La *expérience* (observación) muestra que el arco iris aparece tanto en fuentes como en cascadas («*expérience fait voir*»: VI. 325). Esto sugiere la hipótesis inicial de que el arco iris se forma por la combinación de los efectos de la luz y las gotas de agua.

2) Se construye un modelo de la gota de agua, y se lleva a cabo un experimento para medir los ángulos con los que aparecen los colores. Estos resultan ser un poco menos de 42°, o un poco más de 54°, con el rojo apareciendo en cada una de estas posiciones y los otros colores en series de ángulos mayores de 54° o menores de 42°.

3) Un nuevo experimento es llevado a cabo sobre el modelo de la gota cubriendo completamente el modelo con un material opaco excepto en aquellos lugares donde suponemos que penetran y salen los rayos incidente y refractado. Esto confirma la hipótesis de que los arcos primarios y secundarios se explican mediante dos

¹⁹ La contribución de Teodorico y la historia de la explicación del arcoiris son examinadas por Carl B. Boyer, *The Rainbow: From Myth to Mathematics* y por A. V. Crombie, *Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science, 1100-1700*. La teoría de Kepler de la doble refracción y de la reflexión simple no se publicó hasta 1718. Hay que notar también que Descartes no estuvo precedido por Antonio de Dominis, como sugiere Newton en la *Optica* (pp. 149, 155 de la trad. castellana). Cf. R. E. Ockenden, «Marco Antonio de Dominis and his explanation of the rainbow» en *Isis*, 26 (1936), 40-49, donde se muestra que de Dominis estaba equivocado en su explicación tanto de los arcos primarios como secundarios.

²⁰ Cf. Boyer, *Rainbow*, pp. 217-18, y 344, nota 26, donde discute la afirmación de Crombie (*Grosseteste*, p. 275) de que Descartes o midió o admitió la significación de la dispersión de los colores en la refracción.

refracciones y una o dos reflexiones internas de los rayos de luz incidentes.

4) Otro experimento es llevado a cabo con un prisma de cristal, y éste produce también los colores del arco iris. Esto muestra:

a) que la superficie del medio que causa el arco iris no tiene que ser necesariamente curva;

b) que la reflexión de los rayos de luz no es necesariamente la causa de la dispersión de los colores;

c) que el ángulo de incidente no tiene por qué ser uno determinado, ya que muchos ángulos de incidencia distintos producen el mismo efecto;

d) que no es necesaria más de una refracción de la luz para que se produzca la dispersión de los colores, y

e) que es preciso al menos una refracción, ya que la experiencia nos muestra («l'expérience montre»: VI, 330) que si los lados del medio son paralelos, la refracción que se produce en la superficie de incidencia es neutralizada a su salida por la otra cara, y como consecuencia no hay dispersión de colores.

5) Tomando como base el experimento del prisma, Descartes calcula a partir del índice de refracción del agua de lluvia qué es lo que vería un observador cuando la luz incide sobre las gotas de lluvia en distintos ángulos y es reflejada y refractada según esta teoría. El cálculo muestra que las diferencias óptimas entre los rayos incidentes y refractados en cuanto a la visibilidad son precisamente las que se encontraron en un principio en los arcos primario y secundario del arco iris («ainsi qu'il se voit par expérience»: VI, 337).

Está claro que es importante algún tipo de experiencia en todos los pasos de este proceso, ya sea simple observación, medidas precisas o construcción de experimentos. Si numeramos estas experiencias del 1 al 5, la secuencia lógica del descubrimiento podría representarse diagramáticamente de este modo:

Experiencia 1 → Hipótesis

→ { Experiencia 2 (medidas)
Experiencia 3 → teoría de la refracción y la reflexión interna
Experiencia 4 → conclusiones de la a) a la e)
→ Experiencia 5 → medida de los ángulos con los que aparece el arco. Estos coinciden con lo previsto en el caso de que la teoría de Descartes fuera correcta.

Resultaría imposible interpretar la discusión que hace Descartes del descubrimiento sin reconocer la íntima relación que existe entre la teoría que se está desarrollando y los experimentos y observaciones auxiliares que apoyan la lógica de la explicación en evolución.

Como ya se ha indicado, Descartes recurre explícitamente a este caso como ejemplo de lo que quiere decir con el método propuesto en la Parte II del *Discurso* (VI, 325). Considerando esto junto con las discusiones sobre el magnetismo y el anaclástico de las *Reglas*, resulta obvio que el análisis y la síntesis, en física, se basan en gran medida en los experimentos y la observación. Esto se aproximaría a la interpretación de Hintikka de cómo entiende Newton el análisis y la síntesis:

En lugar de un esquema así de simple:

Observaciones de unos datos concretos → salto inductivo a una ley general.
El doble (o triple) método de Newton requiere un esquema más sofisticado:
«Análisis» de un fenómeno complejo en sus partes.

→ Descubrimiento experimental u observacional de las dependencias entre las distintas partes.

→ Generalización inductiva de estas dependencias a todos los casos similares.

→ Aplicación deductiva de la generalización a otros casos²¹.

Hay problemas obvios implicados en la suposición de que la descripción que aparece en el Discurso 8 de la *Meteorología* represente fielmente el trabajo experimental que Descartes lleva a cabo realmente. Aunque este tema podría resolverse mediante estudios históricos más detallados, está bastante claro que la reconstrucción del descubrimiento que hace Descartes es un fiel ejemplo de lo que quiere decir con el método de descubrimiento que encontramos tanto encubierto como revelado en la Parte II del *Discurso*. Esto quiere decir que podemos abandonar confiadamente la idea de que el método cartesiano en física es no-experimental o inaceptablemente a priori. Al igual que en las pruebas geométricas introducimos primero nuevas construcciones y obtenemos conclusiones a partir de éstas, y con estas conclusiones como base surgen otras construcciones y deducciones hasta que finalmente descubrimos la forma de discurrir a partir de lo ya dado aquello que buscamos por medio de construcciones extra, del mismo modo en la ciencia física obtenemos conclusiones a partir de lo observado, y esto sugiere nuevos experimentos y observaciones que generan nuevas conclusiones. La intro-

²¹ J. Hintikka: «A discourse on Descartes's method», en M. Hooker, ed. *Descartes*, p. 82.

ducción sistemática de presupuestos y modelos auxiliares y el empleo apropiado de pruebas experimentales en cada paso de este procedimiento es lo que Descartes quiere decir con «análisis». La síntesis es la tarea más simple de reescribir el descubrimiento en analogía con las pruebas de la geometría, de forma que resulte explícito qué es lo que se supone inicialmente como concepto o hipótesis fundamental, y la conexión «racional» entre los distintos pasos del argumento resultante.

Si es posible criticar en algo la Parte II del *Discurso* como comentario del método científico de la física, es que presenta los mismos fallos que el primer libro de las *Reglas*, en el que se inspira: y es que ¡es demasiado vago como para considerarlo o no plausible! Al interpretarlo teniendo en cuenta la discusión del arco iris, sin embargo, es suficientemente claro como para ser considerado manifiestamente como un método que tiene en cuenta la experiencia, los modelos y las hipótesis en el descubrimiento científico.

El otro tema que surge alrededor del *Discurso* se refiere al papel de las «semillas de verdad» en la formulación de las leyes básicas de la física. El lenguaje de las semillas de verdad tiene unas connotaciones platónicas y agustinianas obvias y, de no realizar un examen más detenido, apoya la tesis de que la ciencia cartesiana es fundamentalmente a priori. Es mi deseo argumentar que la expresión «semillas de verdad» se refiere, más bien, a la reflexión sobre la experiencia ordinaria y que está completamente de acuerdo con el tema, ya tratado en las *Reglas*, de que la explicación científica de los fenómenos oscuros o complejos debe comenzar por la comprensión de los fenómenos físicos que nos son familiares.

La referencia a las semillas de verdad aparece al principio de la Parte VI del *Discurso*. Sería importante establecer primero el contexto de estas puntualizaciones antes de hacer un intento de explicarlas; la evidencia indica que aparecen en un comentario sobre el procedimiento científico adoptado en *Le Monde*, y se corresponden con una discusión similar en la Parte V que podría emplearse para aclarar el enigmático papel de las «semillas de verdad» de la Parte VI.

Según el Prefacio del *Discurso*, la Parte V es una revisión de «el tipo de cuestiones que él (el autor) ha investigado en física» (VI, 1). Al leer el texto encontramos un resumen razonablemente breve pero fiel de los contenidos del *Le Monde*. La parte VI es de mayor complejidad estructural ya que se refiere tanto a los primeros trabajos como a los ensayos que siguen. El texto de la Parte VI se divide claramente en tres secciones que reflejan la indecisión del

autor a la hora de publicar el *Le Monde* y la decisión final de publicar los ensayos en 1637. Estas tres secciones son las que siguen:

Sección A: VI, 60 a VI, 65 (línea 25). Esto es esencialmente un resumen del trabajo de Descartes en la preparación del manuscrito del *Le Monde* para su publicación. Comienza con las siguientes palabras: «Hace ya tres años desde que finalicé el tratado que contiene todas estas cosas (mencionadas en la Parte V), y desde que comencé a revisarlo para su publicación...» (VI, 60) Ya que esta sección es un relato de su estado de ánimo y de sus descubrimientos anteriores a 1633, todos los verbos están en tiempo pasado hasta que Descartes llega a un párrafo de transición acerca de su evaluación actual de la importancia de más experimentos.

Sección B: VI, 65 (línea 26) a VI, 74 (línea 2). Esta sección es una larga discusión de las causas que motivaron el cambio de opinión de Descartes acerca de la publicación, y de las razones que le llevan a decidir no publicar nada en toda su vida. Comienza de este modo: «Pero desde entonces no tengo más razones que me hagan cambiar de opinión...» (VI, 65). La razón más importante de todas es el temor de seguir el destino de Galileo.

Sección C: VI, 74 (línea 3) a VI, 78. En la sección final Descartes explica por qué cambia de opinión una segunda vez, entre 1633 y 1635, y decide después de todo publicar la *Dióptrica* y la *Meteorología* a pesar de que los principios básicos de los que dependen las teorías discutidas en estos ensayos no se hayan publicado aún. Esta sección tercera por supuesto contiene las referencias más explícitas a los ensayos científicos (VI, 74, 76 y 77) y la descripción de Descartes del método hipotético adoptado en los mismos.

La referencia a las semillas de verdad tiene lugar en la primera de estas secciones, sección A. Esta representa mejor que las otras dos secciones, B y C, la versión final editada del prefacio originalmente escrito en 1635 para la *Dióptrica* y la *Meteorología*. Así, el contexto apropiado para explicar las semillas de verdad es *Le Monde*. Y ya que existe una similitud remarcable entre este pasaje y un texto de la Parte V que describe también el método de *Le Monde*, será útil repasar los dos textos a la vez, empezando por los párrafos introductorios de la Parte V.

Según la Parte V, Descartes inició sus estudios científicos en *Le Monde* al advertir ciertas leyes que Dios ha establecido en la naturaleza: «j'ai remarqué...» (VI, 41). Añade inmediatamente el comentario de que las ideas de estas leyes estaban «impresas en nuestras almas», y esto sugiere que las leyes eran conocidas a priori e independientemente de cualquier percepción de la experiencia. A pesar de las primeras impresiones, hay razones para adoptar una

interpretación alternativa de la frase «imprimé en nos ames» que sea más consistente con el método real que Descartes presenta en *Le Monde*:

a) En la Parte IV del *Discurso* Descartes afirma que Dios es causa de todas las cosas y, ya que nuestras ideas son entidades de algún tipo, que Dios es asimismo la causa de nuestras ideas. «De lo que se sigue que nuestras ideas o nociones, ya que son cosas reales... proceden de Dios» (VI, 38). La acción de la causalidad de Dios no excluye la actuación de otras causas más inmediatas, como los objetos físicos, en el origen de nuestras ideas. Así, Descartes escribe a Vatier tras la publicación del *Discurso*:

He supuesto que... ya que nuestras ideas son incapaces de recibir su forma ni su existencia si no es a partir de objetos externos o de nosotros mismos, éstas no podrán representar ninguna realidad o perfección que no estuviera presente en estos objetos o en nosotros mismos (I, 560-61).

Este texto deja abierta la posibilidad de que, fuera cual fuera la parte de Dios en la causalidad de nuestras ideas, éstas habrán de ser causadas también ya sea por los objetos externos o ya sea por nuestras propias mentes, y esto se corresponde con la distinción entre las ideas innatas y adquiridas que ya hemos discutido anteriormente en § 6. No existe competencia entre Dios y los objetos de nuestra percepción en lo que se refiere a la causa de nuestras ideas, y por tanto cualquier mención de la acción de Dios no puede ser razonablemente analizada como exclusiva de la influencia de los objetos físicos en la explicación del origen de las ideas correspondientes.

b) En el texto del *Discurso* Descartes dice que advirtió (*re-marquer*) estas leyes, presumiblemente con alguna experiencia de los objetos físicos en movimiento. El empleo de la experiencia ordinaria como la fuente de garantía de las leyes básicas de la naturaleza sería consistente con el proceder de Descartes en esta sección de *Le Monde* que está resumiendo, y con su posterior elaboración de esta cuestión en la Parte II de los *Principia*. Por ejemplo, afirma que «quotidiana experientia... regulam nostram omnino confirmat» (VIII-1, 63) al referirse a la ley de la inercia, y que la ley del movimiento rectilínea «experientia confirmatur» (*ibid.* 64).

Así es posible interpretar la afirmación de Descartes de que las leyes de la naturaleza están impresas en nuestras almas de una forma que sea consistente con la teoría del conocimiento que hemos delineado anteriormente. Dios es la fuente de nuestro conocimiento hasta

el punto de que todas las ideas claras y distintas pueden pasar a ser enunciados fiables de conocimiento, ya que el conocimiento de la existencia de Dios es incompatible con las dudas metafísicas. En segundo lugar, la causalidad de Dios está implícita en la existencia de nuestras ideas ya que la acción de Dios está implicada en la existencia de cualquier otra cosa. Pero la actuación de Dios al causar nuestras ideas y su función garantizadora divina no implican que nuestras ideas no se deriven en primer término de nuestra experiencia de la naturaleza física.

Como ya hemos mencionado, la primera sección de la Parte VI del *Discurso* hace un segundo resumen del método científico que el autor ha seguido al redactar *Le Monde*. La discusión es presentada con el siguiente párrafo sobre el papel de la experiencia en ciencia:

Efectivamente, he advertido, en lo que a las experiencias se refiere, que son más importantes proporcionalmente a medida que avanzamos en el conocimiento. Porque es mejor, al principio, emplear solamente aquellas (experiencias) que se presentan por sí mismas a nuestros sentidos, y que son de tal modo que nos resulta imposible no advertirlas por poco que reflexionemos sobre ellas, que buscar otras experiencias más raras y menos estudiadas (VI, 63).

Este párrafo sugiere de nuevo que los estados iniciales de cualquier empresa científica deben basarse en aquellas observaciones que son «comunes a todos los hombres» (VII, 580), mientras que estados más avanzados de la explicación científica se basan en experimentos para elegir entre las distintas explicaciones alternativas posibles.

La alusión a la reflexión en este pasaje no debe confundirse con la intuición de los principios primeros mediante algún tipo de reflexión intelectual pura. Esto puede apoyarse comparando este texto con la discusión correspondiente en la Parte V, donde el autor describía el caos inicial a partir del cual supuestamente se desarrollaría el mundo:

Así, en primer lugar, he descrito esta cuestión y he intentado representarla de forma que no haya nada en el mundo, según creo, que sea más claro o inteligible, excepto lo que ya se ha dicho acerca de Dios y del alma; ya que incluso he supuesto expresamente que no contiene ninguna de las formas o cualidades sobre las que discuten las escuelas, ni, en general, nada cuyo conocimiento no sea tan natural para nuestras almas que sería imposible pretender siquiera no conocerlo (VI, 42-3).

La materia primitiva del universo no tiene ninguna propiedad «dont la connoissance ne fust si naturelle a nos ames, qu'on ne pust pas mesme feindre de l'ignorer» (VI, 43). En la discusión de

los fundamentos de la ciencia en la Parte VI Descartes limita de forma parecida sus pesquisas a aquellas experiencias «qui se presentent d'elles mesmes a nos sens, & que nous ne sçaurions ignorer, pourvu que nous y facions tant soit peu de reflexion» (VI, 63). La similitud entre los dos pasajes, la alusión al conocimiento sensible en el segundo, y la regla metodológica tanto de las *Reglas* como del *Discurso* de que cualquier investigación científica debe comenzar con lo que resulta más fácil y simple de comprender, hacen suponer que de lo que se trata aquí es del papel de la experiencia ordinaria, evaluada críticamente mediante la reflexión, en la determinación de los conceptos explicativos básicos y los principios fundamentales de cualquier explicación científica. Si el texto es interpretado de esta forma, también se corresponde con el uso de la misma frase en *Le Monde*, donde Descartes describe la materia primitiva del universo mediante conceptos que son conocidos por todos, ya que «ésta no contiene nada que no sea perfectamente conocido por el lector, de modo que es imposible pretender siquiera no conocerlo» (XI, 35).

Descartes prosigue el relato en la Parte VI indicando que pasa de las verdades simples a problemas más complejos, y que este abordaje está de acuerdo con la tercera regla del *Discurso*. Entonces, casi como si estuviera anticipándose a sí mismo en la revisión ordenada de su trabajo en *Le Monde*, añade: «Sin embargo, el orden que he seguido en este material es el siguiente...» (VI, 63). Lo que sigue a continuación es una descripción de su proceder en dos estadios, el primero de los cuales es el descubrimiento de los principios básicos o causas primeras. Estos son obtenidos de ciertas «semillas de verdad que se encuentran en nuestras almas de forma natural».

Las connotaciones históricas de la frase «semillas de verdad» y la interpretación canónica del *Discurso* como un todo sugieren que se trata de una alusión más a una justificación a priori de las leyes básicas de la física. Sin embargo, podría interpretarse igualmente que los primeros principios se derivan de la reflexión sobre la experiencia ordinaria. Consideremos las siguientes indicaciones del texto:

a) Descartes rechaza cualquier teoría de que la mente humana esté dotada de ideas innatas reales. Desde el momento que las semillas de verdad son solamente ideas potenciales, necesitan ser realizadas por una causa eficiente apropiada. La observación de los objetos físicos y de los hechos sería una causa apropiada para explicar nuestra comprensión de las leyes básicas de la física, de acuerdo con la teoría de Descartes sobre el origen de las ideas adquiridas.

b) Descartes describe aquí de nuevo su proceder en *Le Monde*, y apela a nuestra experiencia ordinaria de los objetos en movimiento para confirmar la elección de los primeros principios en ese tratado.

c) En el pasaje citado anteriormente sobre el papel de la experiencia en ciencia, Descartes distingue aquellas experiencias que son apropiadas «pour le commencement» de aquellas que son necesarias cuando se está «plus avance en connoissance». En el pasaje objeto de discusión hay también dos estadios en la ciencia. El primero es el descubrimiento de los principios primeros, y el segundo está implicado «lorsque l'ay voulu descendre a celles (choses) qui estoient plus particulieres». Ya que este segundo estadio requiere «plusieurs experiences particulieres», es probable que los primeros pasos de cada descripción de este método se correspondan también y que la experiencia ordinaria juegue el mismo importante papel en cada descubrimiento de principios primeros. De ser este el caso, Descartes podría razonablemente referirse a las ideas existentes «en nuestras almas de forma natural»; y esto estaría de acuerdo con su suspicacia acerca de los experimentos complicados y su preferencia por el juicio de los hombres con sentido común, todo esto mencionado en el *Discurso*.

d) Esta interpretación también está de acuerdo con la tesis de Descartes de que cualquier explicación científica de fenómenos complejos debe comenzar por lo más simple y obvio. La tercera regla del método del *Discurso* consiste en comenzar con «aquellos objetos que sean más simples y más fácilmente conocidos» (VI, 10). Esto se ve reafirmado por la indicación de que esas cosas simples y cognoscibles son accesibles a los observadores ordinarios de la naturaleza más que a los instruidos devoradores de libros.

Me parece a mí que descubriría mucha más verdad en los razonamientos que todos llevamos a cabo sobre las cosas que son importantes para nosotros, y que de juzgar pobremente sus conclusiones vayan en nuestro propio detrimento, que en aquellos que emprenden los hombres de letras en sus estudios de materias especulativas que no tienen efectos palpables (VI, 9-10).

Y así, considero que las ciencias de los libros, al menos aquellos cuyas explicaciones son solamente probables..., no están tan próximas a la verdad como los razonamientos simples que un hombre de sentido común hace de forma natural sobre las cosas que experimenta (qui se presentent) (VI, 12-13)²².

Las repeticiones acerca del orden de las discusiones de *Le Monde* son rápidamente comprensibles si el texto hubiera sido compilado

²² Vid. también VI, 20, 63 y 64.

a partir de manuscritos anteriores y del nuevo prefacio a la *Meteorología* y la *Dióptrica*, como indicamos anteriormente. Esto apoya el hecho de que encontremos dos descripciones del mismo procedimiento: una en la Parte V que es un resumen de *Le Monde*, y otra al principio de la Parte VI que supuestamente se ocupa de comparar el enfoque del autor en el primer tratado con el que acaba de presentar, en la sección C, como descripción de un enfoque más hipotético en los ensayos acompañantes. En ambas revisiones del método de *Le Monde* se hace mención de:

1) una distinción entre descubrimiento y justificación de los principios básicos y del método que es apropiado para explicaciones científicas más detalladas, y

2) vagas referencias a «semillas de verdad» y a las leyes de la naturaleza que existen «impresas en nuestras almas» al describir el descubrimiento o la confirmación de las leyes de la naturaleza.

Sin embargo, hay un pasaje —VI, 63— que es bastante explícito sobre el papel de la experiencia ordinaria en el primer nivel de la ciencia cartesiana. Además, ya que todos estos resúmenes son revisiones del método adoptado por Descartes en *Le Monde*, es sensato suponer que lo que Descartes quiere decir con «semillas de verdad» debe ser interpretado teniendo en mente la discusión de las leyes de la naturaleza que aparece en el *Le Monde*. Y allí encontramos una equiparación exacta entre el lenguaje del primer tratado y el lenguaje del *Discurso*. Algunos conceptos (más que proposiciones o principios) nos resultan tan conocidos a partir de la experiencia ordinaria que no podríamos pretender siquiera no comprenderlos. Y éstas son las «semillas de verdad» de la física. Y en segundo lugar, las leyes básicas de la física son tan intuitivamente inteligibles y están tan de acuerdo con la experiencia ordinaria que se encuentran fuera de toda duda. El método de descubrimiento y defensa de los principios básicos de la física del *Discurso* no es distinto del método propuesto en *Le Monde* y en los *Principia* y que se discutió en profundidad anteriormente en el capítulo 4. Lo que naturalmente encontramos en nuestras almas es aquello que conocemos mediante la reflexión sobre la clara experiencia ordinaria.

La identificación de los conceptos básicos y el descubrimiento de las leyes básicas, ya sea mediante la reflexión sobre la experiencia ordinaria, ya sea empleando alguna aplicación más sofisticada del análisis cartesiano, deja aún sin concluir la tarea de aplicar estos conceptos y leyes a la explicación de los fenómenos concretos. Descartes es demasiado optimista acerca de la viabilidad de este pro-

yecto; tan sólo la corta duración de su vida o la escasez de trabajo experimental podrían obstaculizar el inevitable descubrimiento de la verdad:

...habiendo descubierto una vía, que según es mi opinión, de ser seguida conduce infaliblemente a su descubrimiento (del conocimiento científico), a no ser que nos veamos obstaculizados por la cortedad de nuestras vidas o por la falta de experiencias (VI, 63).

Descartes intenta salvar ambos impedimentos al mismo tiempo, compartiendo su trabajo con otros en una aventura común; y por esta razón se ve obligado a publicar lo que considera trabajo aún no finalizado²³.

La explicación científica ideal sería una descripción coherente y sistemática de cómo cada fenómeno particular constituye el efecto de una causa conocida. Si la cadena a priori de causas y efectos partiendo de los más simples y mejor conocidos hacia los más complejos se ve interrumpida, la única opción posible, como medida inmediata, es introducir hipótesis que puedan al menos explicar cualquier *explanandum* (VI, 45-6). Esto es lo que se sigue más claramente de la sección tercera de la Parte VI del *Discurso*. Una explicación científica de un fenómeno concreto depende de «suposiciones» (VI, 76), aunque incluso estas hipótesis son «tan simples y tan ajustadas al sentido común» (VI, 77) que parecerán al lector menos increíbles que las suposiciones de otros autores.

La cara optimista de esta discusión es la suposición que hace Descartes de que las hipótesis son tan sólo una concesión a corto plazo, y que es posible diseñar experimentos cruciales que marquen los derroteros entre las «naturalezas simples» y los fenómenos naturales complejos. El problema es abordado superficialmente en las *Reglas* donde se promete un método para, mediante las enumeraciones apropiadas, transformar los problemas imperfectos en problemas perfectos. La publicación de los ensayos en 1637 apunta hacia el reconocimiento de que esto no resulta tan fácil como podría parecer desde el punto de vista teórico; ya que se acompañan de un prefacio, el *Discurso*, que reconoce su carácter hipotético. La cláusula adicional en el sentido de que este elemento hipotético puede minimizarse mediante el trabajo experimental sirve tan sólo para subrayar un cierto progreso en el pensamiento cartesiano. Incluso una explicación hipotética es mejor que nada. Y el grado de confirmación que se obtiene al explicar el fenómeno mientras se alcanza una «deducción» propiamente dicha a partir de las naturalezas simples,

²³ Cf. VI, 63.

es suficiente para garantizar la publicación y la discusión pública de las mismas.

Esta interpretación permite resolver las discrepancias metodológicas entre la Parte II, V y VI del *Discurso*. La Parte II es un resumen de la lógica cartesiana del descubrimiento o el método de análisis y síntesis, ya perfilado en las *Reglas*. La Parte V y la sección introductoria de la Parte VI son ambas reflexiones sobre el enfoque adoptado en *Le Monde* y, más tarde, en los *Principia*. Esto incluye la indicación de que los principios básicos de la física cartesiana pueden establecerse tanto por referencia a la experiencia ordinaria como a los primeros principios metafísicos. Descartes no parece haber dudado seriamente de la posibilidad de que estos principios pudieran, dentro de un estrecho margen de tiempo, ser aplicados sistemáticamente a la explicación de cualquier fenómeno físico concebible.

Con todo, durante el período del *interin*, y por las razones ya mencionadas, Descartes decide publicar porciones de su incompleto proyecto científico. Ya que estas explicaciones no están perfectamente relacionadas con los principios adoptando unos presupuestos iniciales acerca de la acción de la luz, etc. De hecho, incluso en la discusión de la circulación de la sangre en la Parte V, el autor reconoce que la explicación propuesta se basa en suposiciones que no han sido adecuadamente integradas en una visión coherente del mundo. Este enfoque hipotético provisional es aún más evidente en la *Dióptrica* y en la *Meteorología*, y correspondientemente está más abiertamente reconocido en la sección C de la Parte VI del *Discurso*, esto es, en la introducción escrita originalmente para estos dos ensayos.

Las discrepancias del método propuesto en el *Discurso* resultan, por tanto, de: i) una distinción entre la lógica del descubrimiento y la lógica de la explicación, y ii) el ideal de Descartes de una ciencia «deductiva» completa de la naturaleza por un lado, y por otro, y el reconocimiento de que, al menos a corto plazo, las explicaciones físicas deben comenzar por hipótesis o presupuestos que no han sido «deducidos» adecuadamente a partir de los presupuestos básicos acerca de la materia y de las leyes de la naturaleza. El ideal de una ciencia completa está comprometido, en la práctica, por la necesidad de conformarse con algo menos a corto plazo. La historia de la metodología consiste en extender este «corto plazo» al futuro indefinidamente y las limitaciones impuestas por la práctica consisten en proporcionar una nueva base teórica. Lo que Descartes esperaba alcanzar a lo largo de una vida sería posible ahora tan sólo en la abstracción de un límite peirciano para la ciencia humana.

Capítulo 8.

DESCARTES: UN ARISTOTELICO INNOVADOR

Antes de la revolución científica del siglo xvii, dominaba el ideal de una ciencia demostrativa aristotélica y estaba impedido por tanto el desarrollo de la metodología científica. Era necesario que la ciencia se emancipara de las restricciones metodológicas de sus orígenes griegos y alcanzara un cierto éxito como disciplina radicalmente hipotética antes de lograr el reflejo correspondiente en la evaluación filosófica de su estatus epistemológico. Este grado de independencia de la investigación científica empieza a ser una realidad cuando Descartes se promete a sí mismo dedicar su vida al desarrollo de la ciencia.

Esto no quiere decir que nadie antes de 1600 reconociera la importancia de las hipótesis y de los procedimientos experimentales en el estudio de la naturaleza. Robert Grosseteste, por ejemplo, es una destacable excepción. Sin embargo, la interpretación más extendida del conocimiento científico se encontraba anclada en el legado griego que mantenía un abismo infranqueable entre las proposiciones ciertas y demostradas, y las hipótesis que meramente salvan los fenómenos. Así Neal Ward Gilbert resume las contribuciones del período del Renacimiento de este modo: «En lo que se refiere a la experimentación como una etapa de confirmación en la aplicación del método científico, no hemos encontrado ningún ejemplo de formulación explícita de tal doctrina en nuestro período»¹.

¹ Neal Ward Gilbert: *Renaissance Concepts of Method*, p. 223.

Galileo representa un cambio interesante de la metodología científica en la evolución gradual hacia un nuevo concepto de ciencia. Aun así, está claro que nada que no sea una ciencia «demostrada», en el sentido aristotélico, puede ser suficiente como para cambiar los puntos de vista acerca del estatus de la teoría copernicana, por ejemplo, y al mismo tiempo, Galileo sostiene la opinión de que lo máximo a lo que se puede aspirar en física es a formular hipótesis eficaces². Este es un buen ejemplo, en la historia de la ciencia, en el que la metodología va a la zaga de la práctica científica. No se trata de un retraso temporal en la aceptación de las nuevas ideas; lo que era preciso era un cambio conceptual importante tanto en los conceptos implicados en las teorías científicas como en los conceptos filosóficos o metodológicos en cuyos términos se describe el método empleado en la nueva ciencia. La ambivalencia de Galileo en este segundo punto no puede explicarse simplemente como un intento deshonesto de ganarse el apoyo de ambas partes, las autoridades de la Iglesia por un lado y la comunidad científica por otro, en la polémica sobre la teoría copernicana. Galileo no tiene claras las ideas, él mismo, sobre las cuestiones tratadas como para calcular conscientemente todo esto en su defensa; ya que la idea de una nueva ciencia hipotética está surgiendo tan sólo y muy lentamente, en parte dentro de la obra de Galileo, y esto implica muchas más contradicciones de las que retrospectivamente podríamos prever.

Así Ernan McMullin caracterizó correctamente a Galileo (y a Descartes) como renuentes campeones de un nuevo concepto de ciencia:

Podemos saludar a Galileo y a Descartes como los pioneros en el desarrollo de una nueva concepción de la ciencia, que reemplazaría finalmente a la vieja ciencia demostrativa. Pero si lo hacemos, tendremos que reconocer cuán reacio se hubiera mostrado Galileo en aceptar tal honor³.

Descartes se hubiera mostrado menos reacio que Galileo para reclamar la originalidad de su método científico; pero si tal reclamación está respaldada o no por su práctica científica o por sus discusiones metodológicas, dependerá mucho de qué aspectos de su ciencia destaque para demostrar una clara apostasía de la influencia de Aristóteles. Ya que incluso aunque se mostrara en desacuerdo con esta descripción, Descartes, el campeón de los anti-aristotélicos

² Para la concurrencia en Galileo de ideas aristotélicas y de metodología hipotética, *vid.* Ernan McMullin, ed. *Galileo: Man of Science*, pp. 3-51.

³ E. McMullin: «The conception of science in Galileo's work», en R. E. Butts y J. C. Pitt, eds. *New Perspectives on Galileo*, p. 252.

está influido de forma importante, en su concepción del conocimiento científico, por el ideal aristotélico de demostración y certeza.

El aspecto dominante de la ciencia cartesiana es la exigencia de certeza. El requisito de que un enunciado científico ha de ser cierto, más que verdadero, es mantenido por Descartes a pesar de conceder que las explicaciones físicas son inevitablemente hipotéticas. Para encajar esta sobreexcesiva ambición para la ciencia de Descartes se ve en la obligación de aclarar el tipo de certeza de la que se trata, y cómo ésta podría obtenerse en el contexto de la física. No resulta sorprendente que la forma de abordar la cuestión metodológica sea a través de categorías aristotélicas.

La tradición aristotélica con la que Descartes estaba familiarizado explicaba la certeza del conocimiento científico por referencia a la certeza de los principios primeros, que eran conocidos por intuición, y a la certeza de los razonamientos demostrativos que se basaban en estos principios. Descartes adopta una estrategia similar al explicar la metodología de su propia ciencia. La distinción entre los principios básicos y las conclusiones deducidas es mantenida por Descartes, al igual que la terminología de «intuición» y «demostración». Sin embargo, la teoría metafísica de las esencias y de las formas subyacentes es suprimida en favor de las propiedades observables que son explicadas por la materia en movimiento. Paralelo a este cambio en la ontología se sigue el cambio correspondiente en el significado de «intuición» y «demostración».

En lo que se refiere a la «intuición» de los principios primeros, Descartes es un cualificado aristotélico. La ciencia griega, especialmente con Aristóteles, se basa en gran medida en la observación fiel de los fenómenos naturales comunes. Como ha señalado Crombie, «el defecto más importante del método consiste en que no posee mecanismos que le permitan trabajar con varias variables. Como consecuencia de esto, los griegos adoptaron la costumbre de basar sus teorías sobre los fenómenos complejos en observaciones fortuitas y de sentido común»⁴. Con el desarrollo del método científico, podríamos esperar una mayor conciencia del papel de la evidencia empírica y de los procedimientos experimentales, y la correspondiente desconfianza de la especulación metafísica en las investigaciones empíricas. Paradójicamente, quizás, tanto los experimentos como la metafísica adquieren al mismo tiempo una nueva importancia para la ciencia. Mary Hesse ha prestado atención a este desarrollo en la nueva ciencia.

⁴ A. C. Crombie: *Robert Grosseteste*, p. 7.

Comparando los argumentos mediante los cuales Aristóteles llega a las cualidades primarias con los de los atomistas, es destacable que Aristóteles se basa en la experiencia común de las propiedades reales de los cuerpos, por muy superficialmente que los interprete, mientras que los atomistas por otro lado están influidos más notablemente por especulaciones metafísicas más sofisticadas. Este ejemplo y otros similares hacen que sea hasta cierto punto irónico que en el siglo XVII se considerara progresista y empírico al atomismo, mientras que la tradición aristotélica portaba el estigma de especulación no empírica⁵.

Descartes es ambivalente acerca de este desarrollo en favor de la metafísica y la experimentación. Sobre el primer punto, se aproxima más hacia la práctica aristotélica —es decir, la fiel observación de los fenómenos naturales comunes— más que hacia una metafísica de la materia. Y este aspecto de la ciencia cartesiana es comúnmente desestimado, a pesar de que resulta evidente en sus escritos ya desde 1629.

Marsenne escribe a Descartes, en ese año, acerca de la posibilidad de un lenguaje universal para toda la humanidad. Como respuesta obtiene multitud de reservas acerca del lenguaje propuesto, pero también algunas sugerencias acerca de otra forma de llevar a cabo el proyecto, es decir, inventando términos básicos para las naturalezas simples o comunes.

Y si alguien explica convenientemente aquellas ideas simples que están en la imaginación de los hombres y a partir de las cuales se componen todas las cosas sobre las que se piensa, entonces cabría esperar un lenguaje universal... Por el momento creo que este lenguaje es posible y que podríamos descubrir la ciencia de la que depende, mediante la cual (ciencia) los hombres de a pie decidirían mejor la verdad de las cosas de lo que lo hacen en la actualidad los sabios (*philosophes*) (Descartes a Mersenne, 20 de noviembre de 1629: I, 81-2).

Esta es una indicación temprana de un tema que impregna toda la ciencia cartesiana. Desde su dominante posición en las *Reglas* bajo el aspecto de «naturalezas simples» e «*intuitus*», a través de *Le Monde* y los ensayos de 1637 hasta los *Principia*, Descartes propone la teoría de que la observación de los fenómenos naturales comunes, acompañada de una reflexión crítica, podrían proporcionar tanto los conceptos básicos como las leyes fundamentales que explicarían todos los fenómenos naturales, por muy esotéricos o complejos que éstos fueran. He argumentado en § 7 que la reflexión sobre la experiencia ordinaria es lo que Descartes denomina «in-

⁵ Mary Hesse: *Forces and Fields*, pp. 62-3.

tuitus» en el contexto de la construcción de los fundamentos de la física, y que utiliza esta interpretación del *intuitus* en la práctica en *Le Monde* y en los *Principia* donde finalmente presenta y definiendo sus leyes básicas de la naturaleza.

La confianza en la experiencia ordinaria se deriva de un sentido de seguridad en las decisiones del sentido común —bajo la luz natural de la razón— por oposición a las ofuscaciones de los instruidos. Esta oposición es invocada en favor del hombre común y de las personas de a pie. También subyace en las reservas de Descartes acerca de los experimentos, desde el momento que son difíciles de interpretar, dependen de una gran variedad de factores que pueden interferir con los resultados, y exigen un grado de experiencia teórica y técnica que hace que las conclusiones que se obtienen sean, cuanto menos, inciertas. El predominio de la experiencia ordinaria también afecta al concepto cartesiano de explicación; desde el momento que un concepto es extraño a la experiencia común, o desde el momento que un mecanismo teórico no admite un modelo según un diseño exclusivamente mecánico, no hay lugar para todo esto en la ciencia de Descartes. En este sentido, Descartes es un empirista ingenuo.

La devoción hacia la experiencia ordinaria en busca de la certeza y la inteligibilidad es sólo una cara de la ambivalencia cartesiana hacia la metafísica y los experimentos. Lo hemos destacado aquí porque se trata de la dimensión menos reconocida de su ambivalencia. Con todo, como hombre de su tiempo, Descartes estaba implicado, del mismo modo, en aclarar el papel de la metafísica dentro de una visión científica del mundo y en descubrir la importancia de los experimentos en el desarrollo de la ciencia. Por analogía con la «*epagoge*» aristotélica, Descartes establece los principios primeros de la física mediante la reflexión sobre la experiencia ordinaria. Para pasar más allá de los primeros principios se basa, como hiciera Aristóteles, en la demostración. Sin embargo, la demostración cartesiana comparte poco más que el nombre con su correspondiente aristotélica. El rechazo de la lógica silogística y de los términos medios, y de las naturalezas y las formas en física, es suficiente como para dar cuenta de este cambio. Como en el caso del *intuitus*, del mismo modo, las demostraciones cartesianas son sorprendentemente flexibles y tolerantes con lo que ahora clasificaríamos como razonamiento analógico, inductivo o hipotético-deductivo. La «demostración», estilo cartesiano, tiene algo en común con las demostraciones aristotélicas, o al menos así lo creía Descartes: y es que preserva la certeza de los primeros principios al ser aplicados a la explicación de los fenómenos concretos.

¿Cómo es posible preservar esta certeza a través de las intrincadas complejidades de lo que Descartes denomina «enumeraciones»? Es un misterio no resuelto. El paso de un punto cualquiera a otro en el curso de un argumento determinado podría, teóricamente, ser considerado evidente mediante la luz natural de la razón y ésta sería otra forma de actuación del *intuitus* en ciencia. Sin embargo, cuando se consideran más de uno de estos pasos simples, todos los argumentos están comprometidos por basarse en la memoria. Además, en muchos ejemplos de razonamientos científicos, se argumenta a partir de casos similares por analogía, a partir de ejemplos limitados por inducción a casos generales, a partir de modelos, hipótesis, etc. ¡Con toda certeza estos argumentos, como se ilustra ya en las *Reglas* en la discusión del anaclástico y del magnetismo, no tienen la garantía de preservar la certeza de sus principios primeros!

No hay un cambio conceptual importante, entre 1628 y 1650, en la interpretación cartesiana de la certeza que armonice con la evidente incertidumbre de las explicaciones físicas. El conocimiento científico es aún considerado, en la conclusión de la edición francesa de los *Principia* en 1647, como conocimiento cierto. Hay una interesante evolución en este período respecto a cómo esta certeza podría tener lugar en la física. Ya que muchas explicaciones de fenómenos físicos conllevan de forma implícita referencias a las interacciones mecánicas entre partículas de materia invisible, son inevitablemente hipotéticas. Esto quiere decir que las descripciones de las propiedades e interacciones entre tales partículas son suposiciones, aunque estén de acuerdo con las leyes generales de la física. Y Descartes no se muestra especialmente reacio a aceptar esta situación.

El papel de las explicaciones hipotéticas es rellenar el hueco existente entre los principios básicos que por el contrario están establecidos de forma cierta, y la descripción de fenómenos físicos particulares que son conocidos mediante la experiencia sin ningún problema; todo esto dentro de una descripción comprensiva de la naturaleza. Teóricamente, la incertidumbre consecuencia de este proceder hipotético podría disiparse mediante numerosas estrategias. Los experimentos cruciales soportan parte de la carga en este tema. Sin embargo, Descartes recurre a la simplicidad, inteligibilidad, parquedad y capacidad explicativa de sus propios principios —comparándolos con los demás— para confirmar sus explicaciones. Y aunque está bastante claro que estos argumentos complementarios son insuficientes para proporcionar el tipo de certeza que se promete en la discusión de las *Reglas*, especialmente cuando se consideran las

frecuentes comparaciones con las Matemáticas, Descartes es incapaz de cambiar su visión de la ciencia como conocimiento cierto. En cambio, nos ofrece una distinción dentro de la certeza, entre certeza moral y certeza metafísica que también toma prestada de la tradición escolástica. De modo que las explicaciones de los fenómenos concretos que son presentadas como suposiciones o hipótesis son finalmente consideradas, en el contexto de una descripción comprensiva de la naturaleza, como moralmente ciertas. El reconocimiento de una incertidumbre más fundamental e ineludible o del carácter hipotético de la física no es un logro fácil dentro de la historia de la ciencia; y sigue sin ser admitido durante todo el siglo XVII, incluso por Newton.

La función de los fundamentos metafísicos en la ciencia es del mismo modo tratada por Descartes como si no existiera ningún problema en su interpretación del tema, o en la explicación de la que él considera como solución correcta; ya que aquí Descartes es nuevamente vago hasta la exasperación sobre el tipo de fundamento que es necesario, y sobre el sentido en que un fundamento determinado es considerado como tal en lo que a la física se refiere. Como resulta previsible, en el lenguaje empleado predominan las palabras «deducción» o «demostración» de la física a partir de la metafísica.

Un examen más cuidadoso revela más claramente algunos aspectos, al menos, de los fundamentos metafísicos de la ciencia. Por ejemplo, el argumento metafísico o epistemológico establece, frente a los escépticos, que el conocimiento científico es posible. En segundo lugar, los argumentos metafísicos o metodológicos excluyen como explicativas ciertos tipos de entidades, tales como las formas escolásticas, los objetos conceptuales, etc., e indican también que las descripciones teleológicas deben transformarse en explicaciones en términos de causas materiales y eficientes. En tercer lugar, las consideraciones metafísicas —por ejemplo, el principio de razón suficiente, o el concepto cartesiano de Dios como causa primera— influyen claramente tanto en el descubrimiento como en la justificación de las tres leyes de la naturaleza en *Le Monde* y los *Principia*. Sin embargo, el grado de apoyo de estas leyes en cuanto a su confirmación en la reflexión sobre la experiencia ordinaria hace imposible la idea de que sean garantizadas exclusiva o suficientemente por la metafísica. Descartes mismo es oscuro en cuanto a tales distinciones; piensa que las leyes de la naturaleza son auto-evidentes intuitivamente, están garantizadas empíricamente, y se demuestran metafísicamente.

La práctica científica real y las detalladas discusiones de los procedimientos experimentales que están ampliamente recogidos en la correspondencia tienen un efecto obvio sobre la comprensión cartesiana de la explicación. Una de las consecuencias más sorprendentes de esta investigación es el reconocimiento de la desconcertante complejidad de fenómenos aparentemente simples. Al igual que en la tensión entre certeza e hipótesis, en este caso hay sitio para la evolución dentro de las ideas de Descartes desde el concepto de una ciencia general o *mathesis universalis* hacia una visión más sofisticada y matizada de la explicación científica. Desgraciadamente la tensión tiende a resolverse a favor de la visión primitiva más que a favor de esta última, de modo que a lo largo de la carrera de Descartes reaparecen aspectos interrelacionados en cuanto a la descripción de la explicación se refiere.

Uno de estos aspectos predominantes es la capacidad de la experiencia ordinaria para proporcionar un entramado conceptual dentro del cual sea posible articular las explicaciones. Unos relativamente pocos, simples y casi crudamente empíricos conceptos son todo lo necesario para explicar cualquier cosa. En segundo lugar, la explicación normalmente requiere un modelo mecánico; en caso de que no sea posible imaginar este modelo tendremos que admitir nuestro fracaso para comprender un fenómeno determinado. En tercer lugar, los experimentos son menos fiables que la observación de los fenómenos naturales comunes que están al alcance de cualquier observador en condiciones estándar⁶.

Por otro lado, está manifiestamente claro, incluso para un cartesiano repleto de prejuicios, que la realidad física es mucho más complicada de lo que una visión simple puede indicar. Y podríamos interrogarnos acerca del destino de una física de inspiración matemática y acerca de la inevitable complejidad que tal ideal comporta. He argumentado que Descartes está tan sólo enamorado de la certeza que proporcionan las matemáticas y que no está especialmente impresionado por la posibilidad de la aplicación de las matemáticas a la resolución de los problemas físicos. Hay una inesperada falta

⁶ Cf. Descartes a Mersenne, dic. 18, 1629 (I, 84-85), de nuevo a Mersenne, diciembre 23, 1630 (I, 195-96): «Queréis saber cómo utilizar con fruto los experimentos. Nada tengo que decir sobre esto después de lo que Bacon escribió sobre ello, excepto que, a menos de ser muy cuidadoso a la hora de examinar los menores detalles de cualquier cosa, será mejor hacer una sinopsis general de las cosas más comunes, que son muy ciertas, y que pueden ser conocidas sin mayor costo. Tales como que todos los proyectiles se desvían en la misma dirección... que el cuerpo de todos los animales se divide en tres partes: cabeza, tórax y abdomen, y otras cosas semejantes. Pues son tales cosas las que pueden utilizarse sin error al investigar la verdad».

de argumentos teóricos sobre la causa de que las matemáticas resulten inapropiadas para la resolución de los problemas físicos. Casi parece como si dos factores solamente condicionaran el desarrollo del concepto cartesiano de explicación en este punto. Uno es la complejidad de la realidad física frente a las tres leyes de la naturaleza. El segundo es la incertidumbre resultante de los experimentos. A falta de una descripción más cuantificable o matemática de la naturaleza, Descartes parece estar dispuesto a conformarse con una descripción aproximada, expresada mediante modelos matemáticos, de cómo las leyes de la naturaleza pueden dar cuenta de cualquier fenómeno concreto que podamos encontrar en la naturaleza, aunque esta descripción no sea de hecho verdadera. Esbozos explicativos plausibles, consistentes con las leyes de la naturaleza, sustituyen a las explicaciones cuantitativas y desconfirmables.

Si fuera preciso aislar un axioma o presupuesto básico sería este: algo próximo a una confianza ingenua y proselitista en la eficacia del sentido común y la experiencia ordinaria como base del conocimiento científico. Este convencimiento impregna el sentido cartesiano del *intuitus*, de las naturalezas simples, de los axiomas metafísicos, de la experiencia como fuente de garantía de las leyes de la naturaleza, etc. De un modo paradójico, Descartes es más crudamente empirista que Newton o Huygens o que muchos de sus contemporáneos científicos como Harvey.

En la cuestión central del racionalismo en ciencia, Descartes es incuestionablemente inocente al menos de los cargos tradicionales que le acusan de ignorar o desconfiar de la evidencia experimental como base de los enunciados de conocimiento sobre la naturaleza física. Ya en 1629 visita diariamente al carnicero local para proveerse de los requisitos imprescindibles para sus experimentos anatómicos, un período de su carrera que recuerda a Marsenne diez años después:

Pasé un invierno en Amsterdam visitando casi a diario al carnicero para observar cómo sacrificaban las bestias, y solía llevarme a casa aquellas partes que deseaba estudiar con más detalle. Esto es algo que he realizado en todas partes donde he vivido en numerosas ocasiones (Descartes a Mersenne, 13 de noviembre de 1639: II, 621)⁷.

Donde el contexto es suficientemente claro, es difícil enfrentar a Descartes con afirmaciones contundentes de la necesidad de la experiencia:

⁷ Algunos de los resultados de las visitas al matadero de animales aparecen en el quinto discurso de la *Dióptrica*, donde Descartes utiliza el ojo de un buey para estudiar la óptica de la visión. *Vid.* VI, 115.

Esta es una cuestión de hecho, donde el razonamiento es inútil sin la experiencia.

No tengo nada que decir a cerca de la declinación de la aguja magnética: ésa es una cuestión de hecho.

Estas cosas por el contrario, sólo pueden determinarse mediante la experiencia, y lo único que he aprendido de mis razonamientos es que desearía que el inventor realizara un pequeño modelo, como ya le he sugerido...

Y aunque la razón parezca persuadirnos de que la mínima fuerza es capaz de moverlas (las partículas sutiles de materia), encontramos, por el contrario, gracias a la experiencia, que esta fuerza debe ser proporcional al tamaño y a la velocidad con que las mueva.

Respecto a la naturaleza del azogue, aún no he llevado a cabo todos los experimentos que serían necesarios para su comprensión exacta⁸.

La desconfianza cartesiana en las *expériences* es una suspicacia debida, en parte, a la complejidad e incertidumbre de los experimentos; paradójicamente, la preferencia de Descartes por la razón frente a la experiencia es, al menos en física, la preferencia de un tipo de experiencia sobre otro. La experiencia ordinaria, evaluada críticamente mediante la reflexión, es la fuente principal de conceptos explicativos y de garantía empírica en las explicaciones científicas.

⁸ Descartes a Mersenne, marz. 11, 1640 (III, 35); a Mersenne, jun. 11, 1640 (III, 85); a Huygens, nov. 15, 1643 (IV, 762); a Cavendish, nov. 2, 1646 (IV, 650); al Marqués de Newcastle, nov. 23, 1646 (IV, 571-2).

Aunque Descartes difícilmente podría ser considerado como un amplio cultivador de las consideraciones sobre «el lenguaje común» para apoyar argumentos filosóficos, se limitó a explotar la ambigüedad del lenguaje no técnico para expresar lo que él consideraba intuiciones filosóficas. Su sensibilidad hacia el uso ordinario es evidente, ya sea cuando vacila en enfrentarse con él (como en VII, 32 o en VIII-1, 56-57) como cuando lo invoca en favor de su propia posición en alguna cuestión (como en VII, 175, o en Descartes a Morin, jul. 13, 1632: II, 198). De hecho, una adecuada actitud ambivalente sobre las exigencias del lenguaje común es exactamente lo que necesita Descartes para escapar a las limitaciones del latín filosófico que había heredado de la filosofía escolástica.

Un modo de habérselas con las restricciones heredadas del lenguaje escolástico era rechazar explícitamente tanto el significado normal de un término como la teoría filosófica implícita en él; ésta fue la elección de Descartes en el caso del perturbador término «*intuitus*». Una dirección diferente adoptó en el caso de distintos términos latinos que denotan inferencias lógicas, principalmente en las *Reglas*. En este caso Descartes utilizó los términos disponibles de la tradición escolástica de un modo tan flexible que, incluso aunque no se reconozca un cambio en el significado, el contexto en que se emplean implica que ya no pueden utilizarse más exclusivamente en el sentido escolástico. He argumentado más arriba, en § 8, que Descartes utilizó «*deducere*» de este modo tan flexible

en las *Reglas*; y una fuente posible del uso revisado de «deducere» era el término más ambiguo «deduire» en francés.

La palabra «deduire» se usaba en el siglo XVII en el sentido, primordialmente, de «descontar», como en el caso de descontar gastos en una liquidación financiera. También se utilizaba «deduire» en el sentido algo diferente de «sacar algo» como en sacar a colación la propia exposición y aburrir a oyentes o lectores. Es este segundo sentido el que ha acabado por adquirir connotaciones lógicas más precisas. Así, el diccionario latín-francés de Jean Nicot, publicado en 1605, da como primer significado de «deduire» el de «descontar» y luego añade un segundo significado: «deduire un affaire tout au long et le declarer amplement». Este último se traduce luego al latín como «pertractare rem»¹. El diccionario francés-inglés de Randle Cotgrave, publicado en Londres en 1632, da los siguientes significados para «deduire»: «To deduct, To draw out, to discourse of», y «deduisant», se traduce como «discoursing of something»². Por último, la primera edición del diccionario de la Academia francesa (1694) considera descontar o sustraer como el primer significado de «deduire» y luego añade: «Il signifie aussi, narrer, raconter au long et par le menu», como en «deduire son fait, ses raisons». Una «deduction» se explica como una «narration, enumeration en detail» como en «faire une longue deduction de ses raisons»³.

Así, aparte del significado primitivo, «deducción» significa algo similar a una detallada narración del tipo de las que se dan cuando se están dando las razones propias sobre algo o se está explicando algo. Este sentido vago de la palabra «deduire» es lo que deberíamos buscar en los escritos de Descartes a condición de que no transfiramos acríticamente nuestro sentido del término al siglo XVII. De hecho hay algunos textos que muestran suficientemente claro que el uso no riguroso del término «deduire» es el único que tiene sentido dentro del texto. Por ejemplo, Descartes escribe a Ferrier el 13 de noviembre de 1629 agradeciéndole que explique sus objeciones larga y detalladamente: «Vous m'avez fait plaisir de me déduire tout au long vos difficultéz sur ce que je vous avois mandé, & je tascheray d'y répondre suivant le mesme ordre que vous les proposez» (I, 53). Igualmente en la *Dióptrica*, Descartes pide al lector que considere lo que ha explicado anteriormente de modo que no tenga que detenerse «à vous déduire la preuve plus au long» (VI, 210). Hay un ejemplo similar en una carta a Mersenne en 1637,

¹ Jean Nicot: *Le grand dictionnaire français-latin* (Paris, 1605).

² Randle Cotgrave: *A Dictionaire of the French and English Tongues* (Londres, 1632).

³ *Le dictionnaire de l'Academie française, dedié au roy*, 1.^o ed. (Paris, 1694).

en la que Descartes afirma que la cuestión de la existencia de Dios ha sido suficientemente expuesta en un tratado anterior: «Hace ocho años, sin embargo, escribí en latín el principio de un tratado sobre metafísica en el que *cela est deduit assez au long*» (I, 350). En cada uno de estos textos, «déduire» significa explicar, con la connotación de explicar algo pasando por los pasos sucesivos que llevan al lector a comprender gradualmente cualquier cosa que se plantee. También es importante que en cada caso el empleo de la palabra «déduire» va acompañado de frases como «assez long», «tout au long» o «plus au long».

Es imposible evitar la conclusión de que Descartes emplea el término «déduire» para indicar la detallada enumeración de pasos de un argumento de tal modo que el término deja de indicar la lógica del argumento para designar la narración paso a paso que está implicada en su articulación. Una vez admitido esto, no hay problema en conceder que la deducción puede ser tanto una prueba (como en el caso de una hipótesis corroboradora) como una explicación (como al proponer una hipótesis o una serie de hipótesis relacionadas). Y en este sentido el término cartesiano «déduire» se corresponde con «démontrer».

Esta intercambiabilidad de términos se refleja en numerosos textos de Descartes. Por ejemplo, en la discusión de la explicación de ciertos fenómenos por referencia a causas hipotéticas, la versión francesa de los *Principia* emplea la palabra «démontrer» mientras que la versión latina emplea «deduci» (IX-2, 126; VIII-1, 102). Y en la comparación entre explicación y prueba, donde podríamos esperar hallar el ambiguo término «demostrar», nos encontramos en cambio con que Descartes emplea «deducir»: «ya que estamos intentando deducir (deducere) la explicación de los efectos a partir de sus causas, y no de forma contraria, la justificación de las causas a partir de los efectos» (VIII-1, 81).

Así, ambos términos, «deducir» y «demostrar» pueden querer decir, o bien probar, o bien explicar. La única diferencia entre deducción y demostración, para Descartes, parece ser que el término «deducción» tiene connotaciones de discurso ampuloso. Y por esta razón podemos entender lo que de otro modo parecería una total confusión de Descartes en su empleo de «inducción» o «enumeración» en lugar de «deducción». Estos términos enfatizan el tono de larga narración de la «deducción»; y son por tanto sinónimos apropiados tanto de «explicación» como de «prueba» especialmente en las *Reglas*. Tan sólo el contexto puede decirnos en la mayoría de los casos cuándo una deducción o enumeración o inducción es una prueba y cuándo una explicación. E incluso entonces debe-

remos investigar el carácter o estructura lógica de tales deducciones/inducciones.

La necesidad de Descartes de una lógica más flexible es compensada transfiriendo parte de la ambigüedad del término francés «*déduire*» a la relativa inflexibilidad del término latino «*deducere*»; los casi renuentes y sutiles cambios en las *Reglas* finalmente admiten tal flexibilidad en el uso de los términos «*déduire*» y «*deducere*» y sus respectivos sinónimos que la lógica de los argumentos cartesianos tan sólo puede explicarse mediante la casi ilimitada ingenuidad del los *intuitus* del autor de dichos argumentos.

En la Parte II de los *Principia* Descartes desarrolla siete reglas para predecir lo que sucede cuando un cuerpo colisiona con otro y cambia su velocidad o su dirección como consecuencia del impacto. Ya que Descartes da a entender que estas reglas se derivan de las tres «leyes de la naturaleza» de los *Principia*, y ya que las propias reglas parecen ser contra-experimentales, nos encontramos pues con dos problemas a la hora de interpretar el significado de estas reglas dentro de la ciencia cartesiana:

a) Cómo «deduce» Descartes las reglas a partir de las leyes de la naturaleza.

b) Hasta qué punto proporcionan estas reglas una firme evidencia de que el método de Descartes no es empírico.

Para facilitar la discusión de esta primera cuestión, añadiremos una traducción de partes relevantes de las leyes de la naturaleza. Nos referiremos a ellas como P3-P5.

P3: «Cualquier cosa, en tanto que simple e indivisa, permanece en la misma condición tanto como sea, y no cambia jamás sin la intervención de causas externas» (VIII-1, 62).

P4: «Ninguna porción de materia, considerada por sí misma, tiende a mantener su movimiento en línea curva, sino en línea recta; aunque muchas porciones de materia se ven obligadas a girar

debido al contacto con otras partículas de modo que... en todo movimiento hay algún tipo de curva creado por todas las partículas de materia que se mueven simultáneamente» (*ibid.*, 63).

P5: «Cuando un cuerpo en movimiento choca con otro, si posee menos fuerza para continuar en línea recta que el otro para resistírsele, entonces sufre una deflexión hacia una dirección distinta, y aunque retiene su movimiento, pierde su determinación de movimiento; en el caso de que posea una fuerza mayor, entonces movería a su vez al otro cuerpo, y perdería tanto de su movimiento propio como le fuera transferido al otro cuerpo» (*ibid.*, 65).

Más que traducir el texto completo de las reglas de Descartes, proporcionaremos el siguiente resumen y denominaremos a estas reglas abreviadas R1-R7. El texto original es tenido en cuenta con más detalle en la discusión que sigue siempre que sea preciso para descifrar el argumento de Descartes.

Consideremos dos cuerpos, B y C, que se mueven con velocidades iniciales V_b y V_c antes de colisionar. Después del impacto entre ambos sus velocidades son V_b' V_c' . El símbolo Q con los subíndices correspondientes se empleará para referirse a lo que Descartes denomina tamaño o cantidad de materia de un cuerpo. Según esta terminología las reglas del choque se escribirían como sigue:

R1: Si $Q_b = Q_c$, y si B y C se mueven en sentidos opuestos, serán reflejados tras el impacto sin ningún cambio en su velocidad.

R2: Si $Q_b > Q_c$, y si el resto de las condiciones son las mismas que en el caso anterior, entonces los dos cuerpos viajarán en el sentido inicial de B sin ningún cambio en la velocidad.

R3: Si $Q_b = Q_c$, $V_b > V_c$, y si B y C se mueven en sentidos opuestos, entonces ambos cuerpos viajarán en la dirección de B después de colisionar, y $V_b' = V_c'$.

R4: Si $Q_b < Q_c$, y si $V_c = 0$, entonces B será reflejado siempre al colisionar con C sin importar cuál fuera la velocidad inicial de ambos, y $V_b = V_b'$.

R5: Si $Q_b > Q_c$, y el resto de las condiciones son las mismas que en R4, entonces tanto B como C se moverán en la dirección inicial de B tras el impacto, y $V_b' = V_c'$.

R6: Si $Q_b = Q_c$, y persisten las mismas condiciones que en R4, entonces B será reflejada al impactar sobre C, y C comenzará a moverse en la dirección inicial de B; $V_c' = 1/4V_b$ y $V_b' = 3/4V_b$.

R7: Si B y C se mueven en la misma dirección, y B sigue a C de modo que $V_b > V_c$, entonces tenemos tres posibilidades:

i) si $Q_c < Q_b$, o si $Q_c > Q_b$ y $Q_c/Q_b < V_b/V_c$ ¹, entonces B y C continuarán moviéndose en la misma dirección inicial tras el choque, y $V_b' = V_c'$;

ii) si $Q_c > Q_b$, y $Q_c/Q_b > V_b/V_c$, entonces B será reflejado al impactar con C, y mantendrá su movimiento original por completo;

iii) si $Q_c > Q_b$, y $Q_c/Q_b = V_b/V_c$, entonces B transferirá parte de su movimiento a C al impactar, y será reflejada con el resto de su movimiento inicial².

Numerosos comentadores han sugerido que las reglas no pueden derivarse a partir de las leyes sin presentar nuevos principios o hipótesis auxiliares³. Descartes mismo, sin embargo, sostiene que «todos los casos particulares de cambios que puedan darse en los cuerpos están contenidos en la regla tercera» (VIII-1, 65). Por tanto, para determinar «a partir de estas leyes cómo incrementan o decrementan su movimiento o cambian de dirección como consecuencia del choque con otros cuerpos, tan sólo es necesario calcular la cantidad de fuerza que cada uno precisa para moverse o para resistirse al movimiento, y suponer que el más fuerte predominará sobre el otro» (VIII-1, 67). Esto implica que si aclaramos el concepto cartesiano de fuerza y logramos un método para medir tanto la fuerza de resistencia al movimiento como la que lo produce, será relativamente fácil determinar el resultado de los choques bajo distintas condiciones.

Esta no es una tarea tan fácil como Descartes presume, y es difícil pensar que él pensara realmente que lo era. Una gran parte del problema consiste en que la ciencia cartesiana está construida sobre la base de la experiencia sensorial diaria, y esto explica por qué muchos de los conceptos explicativos fundamentales de la dinámica de Descartes son derivados de forma bastante acrítica a partir de nuestra experiencia ordinaria de los cuerpos físicos en movimiento. A falta de conceptos teóricos bien definidos es inevitable que la aparente claridad de la ciencia cartesiana enmascare profundas confusiones conceptuales que salen a la luz tan sólo mediante un estudio más riguroso. Esto es especialmente cierto en contextos donde

¹ Esta posibilidad solamente se contempla en la versión francesa de los *Principia*; vid. IX-2, 92.

² R⁷ (c) sólo aparece en la edición francesa, en IX-2, 93.

³ Vid., por ejemplo, D. Dubarle: «Remarques sur les règles du choc chez Descartes», *Cartesio*, pp. 325-34, y Richard J. Blackwell, «Descartes laws of motion», *Isis* 57 (1966), 220-34.

los conceptos están sujetos a un control matemático, como es el caso de las reglas del choque.

El concepto de fuerza, para Descartes, está relacionado conceptualmente con la posibilidad de calcular la cantidad de materia de un cuerpo dado tanto si está en reposo como si está en movimiento. Descartes no distingue entre masa y materia, ni entre masa y peso de un cuerpo. Además, describe la materia en términos de extensión, y esto en teoría excluye cualquier distinción entre cuerpos más o menos densos. A pesar de esto, encontramos frecuentes referencias dentro de su obra a la densidad relativa de distintos cuerpos, o con mayor frecuencia aún a su solidez⁴. Existe muy poca evidencia directa de que Descartes advirtiera algún tipo de confusión conceptual en esta cuestión, por lo que realizó escasos esfuerzos por explicar la consistencia de sus conceptos de materia y densidad. Y el concepto de materia necesita por tanto ser aclarado antes de pasar a la explicación del concepto de fuerza de Descartes.

Una forma coherente de interpretar los conceptos cartesianos de materia, densidad y fuerza es la siguiente. La materia es definida por su extensión; esto es, ser extensa es una condición necesaria y suficiente de la materialidad, de modo que sólo hay una distinción de razón entre los dos conceptos⁵. Ya que una porción de materia tiene un tamaño, ésta no puede ser indivisible en principio; ya que una entidad extensa tiene materia, ésta no puede ser puramente vacío. Este tipo de análisis conceptual es, sin embargo, inapropiado para descubrir cuántos tipos de partículas es preciso definir para dar cuenta de las distintas propiedades que detenta la materia. Por tanto, existe justificación para postular cuantas queramos distintas partículas necesarias para explicar nuestra experiencia de la naturaleza, y en este proyecto «no podemos decidir exclusivamente mediante la razón» (VIII-1, 100-101). El concepto de materia no proporciona ninguna pista a priori de los tipos de partículas necesarios para el éxito de una teoría científica; ni tampoco determina el concepto de materia, nada sobre qué significa para una partícula de materia ocupar un espacio determinado (o tener una determinada extensión).

Descartes postula la existencia de al menos tres tipos de materia para describir la distinta variedad de fenómenos que observamos en la naturaleza. Estas partículas se distinguen en principio por su tamaño y su movimiento relativo. Ya en *Le Monde* Descartes

⁴ Vid. Descartes a Mersenne, ener. 21, 1641 (III, 290); VIII-1, 43; XI, 17, 72-3.

⁵ Se ha discutido esto más arriba en el capítulo 4.

imagina que puede explicar la fluidez de ciertos cuerpos comparada con la «dureza» de otros por referencia a su teoría de las partículas diminutas de materia que se mueven con mayor o menor facilidad (XI, 11-13). Pero, ¿cómo puede esta teoría explicar las densidades relativas si no existen huecos entre las partículas, o sin que las partículas mismas sean más o menos densas? Parece que Descartes es conducido por su propia lógica hacia «un mundo de una sola materia de densidad uniforme»⁶.

Descartes define la «solidez» en los *Principia* en términos de la proporción entre la cantidad de materia del tercer tipo, en cualquier cuerpo dado, y el tamaño de su superficie⁷. Esto es desarrollado en la Parte III, artículo cxxii:

Así vemos... que las partículas de plomo y otros metales, una vez en movimiento, retienen un mayor movimiento o una fuerza mayor para continuar en movimiento que las piedras o la lana del mismo tamaño y forma, y por esta razón pensamos que son más sólidas; en otras palabras, contienen más materia del tercer elemento y menos poros rellenos de materia del segundo y primer tipo (VIII-1, 172).

El resto del artículo implica claramente que no se trata del concepto moderno de densidad. La imagen operativa del mismo es una esponja que posee una superficie muy grande en comparación con la cantidad de materia que contiene. Así, una pieza de oro puede ser muy sólida, mientras que si laminamos esa pieza y disponemos las láminas formando una estructura con una superficie mucho mayor, aunque tenga la misma cantidad de materia en este segundo caso, el mismo oro es «menos sólido» que en el primero, aunque obviamente el oro tiene la misma densidad en ambos estados.

Este modelo sería útil si Descartes fuera capaz de explicar la menor densidad de las partículas que rellenan los intersticios de la esponja que simula los cuerpos. En caso contrario tendríamos una regresión en su explicación que lo único que hace es posponer el problema que tenemos entre manos. Es un hecho de nuestra experiencia, según Descartes, que unos cuerpos ofrecen mayor dificultad al movimiento que otros a pesar de poseer el mismo tamaño. Descartes sale al paso de esto diciendo que los cuerpos sólidos están configurados más o menos como esponjas; aquellos que son más esponjosos son menos sólidos, y viceversa. Pero esto, obviamente, no explica nada a no ser que podamos establecer la dife-

⁶ G. Buchdahl, *Metaphysics and the Philosophy of Science*, p. 95.

⁷ VIII-1, 170 y IX-2, 174.

rencia entre las relativas densidades de los distintos tipos de materia que rellenan los intersticios de las piezas menos sólidas de materia.

Descartes parece suponer que las distintas piezas de materia son, de hecho, más o menos «sólidas» y que pueden empaquetarse de forma más o menos compacta para constituir los cuerpos macroscópicos que nosotros observamos⁸. Pero, ¿cómo pueden ser las partículas más o menos sólidas si la materia se define mediante la extensión? Quizá una partícula muy pequeña de materia pueda ocupar más o menos espacio, o tener una mayor o menor extensión moviéndose más o menos rápidamente dentro de un lugar determinado. Si se le presentara la objeción de que sería preciso la presencia de vacío en ese lugar, para permitir el movimiento, Descartes respondería que ya que el lugar está ocupado por materia no tiene sentido describir el ambiente que rodea inmediatamente la partícula como vacío. Por tanto, podemos concebir que los cuerpos posean distintas solidez en proporción al número relativo de pequeños intersticios presentes en sus estructuras y que están ocupados por diminutas e imperceptibles partículas. Esto puede interpretarse como que los cuerpos son compactos en grado variable, pero no implica necesariamente que exista un vacío en cada hueco ocupado por las partículas diminutas. Y ya que los cuerpos tienen distintos grados de compactación en este sentido, un cuerpo puede contener mayor cantidad de materia que otro, ya sea por tener un tamaño mayor o por tener mayor solidez. Así, Descartes escribe a Mersenne el 23 de febrero de 1643: «si dos cuerpos recorren la misma distancia en el mismo tiempo, decimos que tienen la misma velocidad; pero si uno de los dos posee más materia, ya sea por su mayor tamaño o solidez, entonces precisará más fuerza (*impression*) y movimiento para alcanzar la misma velocidad que el otro» (III, 636).

Así la cantidad de materia de un cuerpo es proporcional a su volumen y su solidez. El peso de un cuerpo es la fuerza que ejerce en su movimiento hacia el centro de la tierra, y es función de la cantidad de materia, del tamaño y de la resistencia del medio que le rodea⁹. De este modo, la fuerza de gravedad de un cuerpo está

⁸ Vid. la discusión en los *Principia*, Parte III, artículo cxxiii, donde las partículas del segundo elemento son descritas como «omnium solidissimi qui esse possent», aunque en francés esto cambia, para leerse: «ces petites boules sont aussi solides qu'aucun corps de mesme grandeur» (IX-2, 175).

⁹ Vid. *Le Monde*, XI, 72-3: «el peso de esta tierra, es decir, la fuerza que une todas sus partes y las hace tender hacia su centro, cada parte más o menos según sea más o menos grande y sólida». En la *Meteorología* se dice

relacionada con su solidez, y no es posible determinar la cantidad de materia que contiene pesándolo tan sólo. «Por tanto, tan sólo a partir del peso no es posible determinar la cantidad de materia terrestre que contiene un cuerpo» (VIII-2, 215). Un cuerpo menos denso puede contener más materia que otro más denso y a pesar de ello ejercer menos fuerza de gravedad debido a la gran resistencia del medio provocada por la gran superficie del cuerpo.

El análisis de Descartes de la fuerza de un cuerpo en movimiento recurre del mismo modo al movimiento impulsado como al gravitacional, ya que para él este último no es más que un caso particular del primero. Consecuentemente, la solidez de un cuerpo concreto, su tamaño, su velocidad y la resistencia que oponen los cuerpos a su paso determinan el tipo de fuerza que puede ejercer al chocar con otros cuerpos.

El tamaño y la velocidad son evidentemente factores importantes a la hora de determinar la fuerza de un cuerpo en movimiento. Descartes escribe en *Le Monde* acerca de «los (cuerpos) más fuertes, es decir, los más grandes entre los que se mueven de igual manera y los que más se mueven entre los que tienen el mismo tamaño» (XI, 50)¹⁰. La solidez relativa es también un factor, ya que Descartes supone que todos los cuerpos de la tierra se mueven en un ambiente que impide en mayor o menor medida su movimiento. Esto es confirmado por el experimento de mover objetos más o menos sólidos dentro de un líquido.

Cuando dos cuerpos se mueven con la misma rapidez, es lícito decir que, si uno contiene dos veces la materia del otro, tiene también dos veces más movimiento; esto no es lo mismo que decir que tiene dos veces la misma fuerza para continuar su movimiento en línea recta. Pero tendría exactamente dos veces la misma fuerza si tuviera una superficie exactamente dos veces mayor, porque se encontraría el doble de cuerpos oponiéndose a su movimiento (XI, 66-7)¹¹.

En otras palabras, el producto de la cantidad de materia por la velocidad determina la medida del movimiento del cuerpo, pero la

que el peso es una función también del área de la superficie: «los trozos de hielo... teniendo una muy grande superficie en proporción a su materia, la resistencia del aire que habrían de dividir fácilmente podría tener más fuerza para detenerlos que fuerza tiene su peso para hacerlos descender».

¹⁰ Vid. *Conversation with Burman* (Cottingham, p. 42): «Cuanto más grande es un cuerpo, tanto más fácilmente continúa en su movimiento y resiste a otros cuerpos». Vid. también, VI, 235; VIII-1, 140.

¹¹ Véase también el ejemplo de los barcos moviéndose con más o menos fuerza, en *Le Monde*, XI, 58.

relación entre fuerza y movimiento de un cuerpo depende del área de su superficie (en otras cosas). «Hay que considerar que esta fuerza no depende tan sólo de la cantidad de materia del cuerpo, sino también de la extensión de su superficie» (XI, 66).

Descartes está intentando, evidentemente, emplear nuestra experiencia del movimiento de objetos muy densos y para esto la compara con nuestra experiencia de mover objetos con mayor o menor dificultad dentro de fluidos con distintas viscosidades. Los detalles de esta teoría no fueron desarrollados, de modo que nos encontramos las mismas vagas referencias al tamaño, superficie, resistencia del medio y velocidad en esta sección de los *Principia*, entre las leyes y las reglas donde explica la teoría subyacente a la derivación de las reglas del choque:

Esta fuerza (de un cuerpo para continuar su movimiento) debe determinarse tanto a partir del tamaño del cuerpo como de la superficie que le separa del resto de los cuerpos, y también a partir de la velocidad de su movimiento, y de la naturaleza y grado de oposición a su camino que le oponen el resto de los cuerpos y él mismo les opone (VIII-1, 67).

Ya que la física de Descartes estaba demasiado poco desarrollada como para considerar todos estos factores dentro de su teoría del choque, éste propone la construcción de una situación ideal en la que dos cuerpos perfectamente rígidos colisionan sin ninguna interferencia de otros cuerpos o del medio en el que se mueven. Las reglas del choque son aplicables siempre que «colisionan solamente dos cuerpos, siempre que éstos sean perfectamente rígidos y estén suficientemente alejados de cualquier otra cosa que pueda estorbar su movimiento o favorecerlo» (VIII-1, 67). En este supuesto, los únicos factores de importancia que deben ser calculados son las fuerzas relativas de choque de ambos cuerpos, su velocidad y la cantidad de materia que poseen. Si Q es la cantidad de materia de un cuerpo y V su velocidad, entonces QV es la medida de su cantidad de movimiento. Las fuerzas relativas de los dos cuerpos colisionantes en las condiciones ideales establecidas por Descartes son, por tanto, proporcionales a sus cantidades de movimiento QV .

Para determinar lo que sucede cuando cuerpos con distinta velocidad y distinta cantidad de movimiento chocan entre sí, tenemos que recurrir a P5 simplemente. Sin embargo, para poder aplicar esta ley de la naturaleza es preciso medir la fuerza con la que los cuerpos en reposo se resisten al movimiento. Una vez desarrollado un método que nos permita realizar este tipo de medida re-

sulta relativamente simple determinar cuál de los dos cuerpos tiene mayor fuerza, y esta fuerza en cuestión es la que causa el movimiento o se opone a él.

El concepto de Descartes de la inercia es el corolario que se desprende de esta interpretación de la fuerza de un cuerpo en movimiento. Suponiendo que deseáramos mover dos cuerpos, M y N, con una determinada velocidad S, haciendo chocar con ellos otros cuerpos, entonces será necesaria más fuerza para mover el cuerpo que posea mayor cantidad de materia o mayor superficie. La razón de esto es obvia si seguimos el concepto cartesiano de materia. Si M y N se mueven ambos tras el impacto con una velocidad S, y M posee una mayor cantidad de materia que N, entonces M tiene mayor fuerza motriz que N (manteniendo el resto de las cosas iguales). Ya que M sólo puede haber adquirido su fuerza al iniciar su movimiento y de acuerdo con P3, éste tiende a conservar intacta su fuerza, entonces es precisa una mayor fuerza inicial para mover M en comparación con N.

Por otro lado, si M tiene una mayor superficie que N, entonces hallará una mayor resistencia por parte del medio en el que se mueve, y para compensar esto M necesita una mayor fuerza de impulsión para mantener la misma velocidad que N. Ya que el primer tipo de resistencia al movimiento es característica del cuerpo independientemente del medio en el que se mueve, Descartes lo denomina, con reservas, inercia natural del cuerpo. El segundo tipo de resistencia al movimiento impelido depende más directamente del medio en el que se mueve el cuerpo, aunque representa tan sólo parte de la inercia que existe cuando un cuerpo pasa de la condición de reposo a la de movimiento, o viceversa.

En todos los casos, no hay nada parecido a una resistencia activa al movimiento en el cuerpo. Más bien, la fuerza necesaria para comunicar un cierto movimiento a un cuerpo mediante un impacto es igual al movimiento del mismo cuerpo tras el impacto. Ya que esto requiere la medición de la fuerza necesaria para lograr un cierto grado de movimiento, un cuerpo en movimiento tiene en teoría la misma resistencia al movimiento para el mismo grado de fuerza.

Si dos cuerpos iguales reciben la misma cantidad de movimiento, ya que esta misma cantidad de movimiento no transmite la misma velocidad al mayor que al más pequeño, podríamos decir que cuanta más materia contiene un cuerpo más inercia natural tiene. A esto podríamos añadir que el cuerpo más grande puede transferir con mayor facilidad su movimiento a otros cuerpos de lo que lo haría el pequeño, de modo que sería menos fácilmente movable

por otros cuerpos. Así que hay un tipo de inercia que depende de la cantidad de materia, y otra que depende de la extensión de la superficie del cuerpo¹².

En las condiciones ideales que establece Descartes para la aplicación de las reglas del choque, tan sólo es importante la denominada inercia natural de los cuerpos a la hora de determinar los resultados de las distintas colisiones.

Por tanto, para calcular los resultados de un choque entre dos cuerpos perfectamente rígidos en un medio sin resistencia, las únicas fuerzas que tenemos que tener en cuenta son función de la velocidad y de la cantidad de materia de los cuerpos en cuestión. La fuerza de un móvil para continuar su movimiento en línea recta es función de su velocidad y cantidad de materia; y la fuerza «inercial» de un cuerpo para resistirse al movimiento es función de su cantidad de materia y de la velocidad que adquiriría en caso de ser impulsado por otro cuerpo como consecuencia de un choque entre ellos. Esta forma de calcular las fuerzas ignora, sin embargo, las direcciones en las que actúan las fuerzas, y Descartes tiene en cuenta este factor en el empleo que hace del término «determinación»¹³.

En la Parte II, artículo xliii, de los *Principia*, Descartes explica que cuando hablamos de cuerpos en movimiento contrarios, podemos distinguir dos modalidades; una respecto a su velocidad relativa, y la otra se refiere a la determinación de sus movimientos. El siguiente artículo explica esto con más detalle:

¹² Descartes a Debeaune, abr. 30, 1639 (II, 543-4). En una carta a Mersenne, dic. 1638 (II, 466-7), rechaza Descartes la idea de que los cuerpos tengan algún tipo de inercia natural (*inertie ou tardiveté naturelle*), que resiste al movimiento impreso y que en consecuencia haya de ser vencida si la velocidad de un cuerpo se ve aumentada por una acción por contacto. Si se aplican fuerzas iguales a un cuerpo grande y a otro pequeño, el primero se moverá más lentamente que el segundo, aunque adquiriera exactamente la misma cantidad de movimiento. Por ello el concepto de inercia natural es redundante para explicar los efectos diferentes de causas similares. Este principio se repite en una carta a Mersenne de 25 de diciembre de 1639 (II, 627) y en una carta a un corresponsal desconocido en 1644 (V, 551). Pese a que el concepto de inercia no es un concepto explicativamente independiente para Descartes, aún se halla inclinado a aceptar el término «natural inertia» para referirse a la fuerza con la que un cuerpo resiste a un aumento en su velocidad, incluso aunque esta fuerza de resistencia no sea más que la fuerza transferida al cuerpo en cuestión cuando aumenta su velocidad.

¹³ Para el concepto de «*détermination*», véase la esclarecedora discusión de Pierre Costabel en su «*Essai critique sur quelques concepts de la mécanique cartésienne*», *Archives internationales d'histoire des sciences*, 20 (1967), 235-52, esp., pp. 236-40.

Deberemos advertir que un movimiento no es contrario a otro de la misma velocidad, pero podemos ver dos tipos de oposición en lo que a esto se refiere. Una entre movimiento y reposo o entre la rapidez o lentitud del movimiento en la medida que la lentitud forma parte del reposo. La otra oposición se da entre la determinación de un movimiento hacia un lugar determinado y que se encuentra en su trayectoria un segundo cuerpo en reposo o moviéndose en distinta dirección; y dependiendo de la dirección en la que se mueva el cuerpo que choca, esta oposición puede ser mayor o menor (VIII-1, 67).

La determinación en cuestión en este texto es la determinación de la dirección en la que se mueve el cuerpo, o la dirección en la que actúa la fuerza de movimiento de un móvil. Así, dos cuerpos que entran en contacto serán contrarios, en cierto sentido, cuando viajen en direcciones o con velocidades incompatibles. El propósito de las reglas del choque es proporcionar un procedimiento para calcular el resultado de tales movimientos incompatibles; en las tres primeras reglas las determinaciones de los cuerpos son contrarias, mientras que en las cuatro reglas finales las velocidades son contrarias.

Si suponemos que Descartes ha aclarado suficientemente los conceptos de «fuerza de movimiento» e «inercia natural», y que ha explicado las dos formas en que los movimientos de los cuerpos en colisión pueden ser incompatibles, podríamos pensar que lo único que falta es aplicar P5 a las distintas situaciones planteadas en las reglas. Esto es lo que trata de hacer en los siguientes artículos del Libro II de los *Principia*; sin embargo, la discusión de Descartes en este punto parece seguir dos líneas paralelas, y la evidencia a la que tenemos acceso en los textos es insuficiente para determinar cuál de las dos líneas de pensamiento es la primaria. El primer aspecto de su discusión es una descripción cualitativa y casi filosófica de cómo las dos formas de oposición pueden hacerse compatibles en las distintas situaciones planteadas por las reglas del choque. Esta línea de pensamiento es especialmente importante en el caso de R4, donde es presentado un principio de economía para explicar por qué se adopta una solución para la oposición de velocidades mejor que otra. El intento de representar matemáticamente las fuerzas implicadas en cada situación da lugar a un segundo enfoque casi independiente de las reglas. Este enfoque alternativo es exigido por P5, que requiere una estimación de las fuerzas iniciales de cada cuerpo y la redistribución de estas fuerzas, tras el impacto, de acuerdo con un principio de conservación. Para la aplicación de P5 es preciso calcular previamente cuál de los dos cuerpos tiene más fuerza, y precisa descripción del estado final de los

dos cuerpos que sufren la colisión tras el impacto que a su vez precisa un cálculo riguroso de sus fuerzas iniciales y finales.

Para facilitar la aplicación de P5 a las distintas situaciones de choque, podemos reescribirlo como dos teoremas, el primero de los cuales sería:

Th I: Cuando colisionan dos cuerpos, el cuerpo con mayor fuerza de movimiento o mayor inercia natural es el que predomina.

La palabra «predominar» aquí es empleada para referirse al resultado de una colisión en la que un cuerpo impone, ya sea su dirección o su velocidad al otro. Así, si dos cuerpos B y C chocan, diremos que B predomina sobre C si: i) B hace que C cambie la dirección de su movimiento mientras que la dirección del movimiento de B permanece inalterada, o ii) B hace que C aumente su velocidad de movimiento o comience a moverse si es que inicialmente se encontraba en reposo. La forma en la que en realidad predomina el cuerpo más grande sobre el otro depende de las condiciones del impacto, y especialmente de la dirección en la que se mueven los cuerpos en relación el uno con el otro antes del impacto. Si el cuerpo más fuerte tiene que transferir parte de su movimiento al otro cuerpo para que predomine su movimiento, entonces la cantidad de movimiento total del sistema permanecerá invariable. Si V y V' son las velocidades del cuerpo antes y después del impacto, y las letras «B» y «C» representan los dos cuerpos en cuestión, entonces la conservación del movimiento del sistema de los dos cuerpos que chocan se expresaría mediante el teorema:

$$\text{Th II: } QbVb + QcVc = QbVb' + QcVc'.$$

Empleando estos dos teoremas, podemos derivar las reglas a partir de la descripción de Descartes de los siete casos que éste considera en sus reglas.

En la situación que se presenta en R1, ni B ni C tienen uno más fuerza que otro, ya que poseen exactamente el mismo tamaño y la misma velocidad. Por tanto, de acuerdo con el teorema I ninguno de los dos predominaría. También, y según Th II, éstos deben mantener sus velocidades iniciales para que el sistema total no pierda movimiento en la colisión. Ya que los cuerpos se mueven en direcciones opuestas antes del impacto, no existe otra posibilidad más que los dos cuerpos sean reflejados tras el impacto y se muevan en direcciones opuestas con la misma velocidad.

R2: Las condiciones son similares a las presentadas en R1, excepto que B tiene una mayor cantidad de materia y como conse-

cuencia tiene una mayor medida de movimiento que C. Consecuentemente, cuando ambos chocan, B continúa moviéndose en la misma dirección que llevaba antes del impacto, y C es obligado a moverse en la misma dirección que B. Una vez reflejado C, éste se mueve en la nueva dirección con su velocidad original, V_c . Ya que B y C se mueven en la misma dirección con la misma velocidad, C no obstaculiza el paso de B. Por tanto, no es necesaria la transferencia de movimiento de B a C, y las condiciones finales son las descritas en R2.

R3: En este caso, V_b es mayor que V_c y ambos cuerpos tienen la misma cantidad de materia. Por tanto, B tiene más fuerza que C y hace que C sea reflejado. Si éste fuera el único efecto del impacto, C se movería inmediatamente por delante, pero con una velocidad menor que la de B. Por tanto, aplicando Th I, tenemos que B debe transferir parte de su movimiento a C para que le sea posible predominar en la colisión; de otro modo C estaría obstaculizando el movimiento de B. La mínima cantidad de movimiento que B transfiere a C permite que ambos cuerpos se muevan en la dirección original de B con la misma velocidad final tras el impacto¹⁴.

R4 y R6: Descartes dio dos soluciones distintas para las condiciones de choque que se plantean en estas reglas, y lo único que podemos hacer es especular sobre el origen de la inconsistencia que existe entre las dos versiones. Una de las versiones aparece en los *Principia* junto con las demás reglas del choque; la otra se encuentra en la correspondencia. Ya que esta última versión es más consistente con nuestra experiencia de las colisiones entre un cuerpo en reposo y otro en movimiento, será mejor investigar ésta en primer lugar y tratar de dilucidar después los motivos que indujeron a Descartes a reformular R4 en los *Principia*.

R4 se aplica en el caso de que C esté en reposo y B se mueva hacia C con V_b inicial, y Q_b menor que Q_c . Si la velocidad V_B es suficientemente grande y la diferencia entre la cantidad de materia de B y C no es demasiado grande, la experiencia nos muestra que los dos cuerpos se moverán tras el impacto en la misma direc-

¹⁴ Descartes describe la resolución de esta colisión en una carta a Mersenne de oct. 28, 1640: «Entiendo que esta bola (B), al hacer contacto con la otra (C), la empuja por delante de sí misma de tal modo que se muevan juntas después de la colisión» (III, 210).

ción inicial de B. Siguiendo la línea argumental contenida en R3, los dos cuerpos tendrán la misma velocidad final, $QbVb/(Qb+Qc)$.

En el caso de R6, las condiciones son las mismas que en R4, excepto que $Qb=Qc$. En este caso, B transferirá la mitad de su cantidad de movimiento inicial a C, y tanto B como C se moverán en la dirección inicial de B tras el impacto con una velocidad de $\frac{1}{2}Vb$.

Descartes resume esta solución para estas condiciones de la colisión en una carta a Mersenne, el 25 de diciembre de 1639:

En lo que se refiere a la inercia, creo que ya he escrito que en un espacio completamente libre de fricciones, si un cuerpo de un tamaño determinado y una velocidad determinada colisionara con otro de su mismo tamaño pero en reposo, éste transferiría (al segundo cuerpo) la mitad de su velocidad inicial. Sin embargo, si la colisión se produjera con un cuerpo que tuviera el doble de tamaño que el primero, entonces le transferiría dos tercios de su movimiento y ambos se moverían después de todo con un tercio de la velocidad inicial del primer cuerpo. Y en general, cuanto mayor sea el cuerpo, más lento será su movimiento al ser empujado con la misma fuerza (II, 627)¹⁵.

Esta representa una interpretación posible de P5 cuando se aplica a estas condiciones en concreto. Ya que TH I sugiere que para determinar las consecuencias de este tipo de colisión es preciso considerar tan sólo la fuerza del cuerpo en movimiento y la fuerza inercial del cuerpo en reposo. Por tanto, no importa cuál sea el tamaño del cuerpo en reposo ni cuál sea el tamaño o la velocidad del cuerpo en movimiento, ya que este último siempre podrá transferir parte de su movimiento inicial al primero de modo que al final ambos se muevan con la misma velocidad tras el impacto.

Sin embargo, también es posible que exista un cierto punto crítico de inercia para C relativo a la fuerza de movimiento de B de modo que B sea reflejado al chocar con C. Es en teoría una consideración sobre esta última alternativa la que da pie a la versión de R4 y R6 que aparece en los *Principia*. La siguiente conjetura sobre el razonamiento de Descartes explica la derivación de estas dos controvertidas reglas.

R4: Suponemos que B transfiere parte de su movimiento a C y que los dos cuerpos se mueven, tras el impacto, en la misma dirección inicial de B. Como en las situaciones similares consideradas anteriormente, B debe transferir suficiente movimiento a C como para igualar sus velocidades finales; en caso contrario, C im-

¹⁵ Vid. Descartes a Mersenne, oct. 28, 1640, para una resolución similar de las condiciones en que se aplica R (II, 211).

pediría el movimiento de B y esto contraviene Th I. Podemos suponer que:

- i) $QbVb = QbVb' + QcVc'$ (por Th I).
- ii) $Vb' = Vc'$.
- iii) $QbVb = QbVc' + QvVc'$ [de i) y ii)].

y ya que

- iv) $Qc > Qb$,

se sigue que

- v) $QbVc' < QcVc'$ [de ii) y iv)].
- vi) $QbVb' < \frac{1}{2}QbVb$ [de ii), iii) y iv)].

En otras palabras, si B transfiere la mínima cantidad de movimiento necesario para que C se mueva, la cantidad de movimiento que le queda a B es menos que la mitad de su valor inicial.

Si esto sucediera, Descartes considera que tal colisión contravendría el Th I anterior. Ya que si B debe perder más de la mitad de su movimiento inicial para predominar en la colisión, entonces C tendría una inercia natural para oponerse al movimiento mayor que la fuerza de B para provocar el movimiento de C. En este caso no importa cuál sea la velocidad inicial de B mientras C posea mayor cantidad de materia que B, porque la inercia natural de C aumenta proporcionalmente al aumento de velocidad de B. Si medimos simplemente la fuerza de movimiento de B y la fuerza inercial de C, entonces la primera será mayor que la segunda. Sin embargo, B no tiene más que dos alternativas —o bien obligar a C a moverse, o bien ser reflejada por completo. Y ya que la primera de estas dos opciones implica una fuerza inercial mayor que la mitad de la fuerza de movimiento de B, entonces B será reflejado al chocar con C y mantendrá su movimiento inicial. En este punto crítico, a pesar de que la fuerza de B es todavía mayor que la fuerza inercial de C, ésta no es suficiente, relativamente a la fuerza de C, como para producir la primera de los dos soluciones posibles. Esta es la versión de R4 que aparece en los *Principia*.

Descartes sugiere este tipo de razonamiento en defensa de R4 en una carta a Clerselier, el 17 de febrero de 1645:

La razón que me impulsa a decir que un cuerpo en reposo no podría ser movido jamás por otro que tuviera menor tamaño que él, sin importar cuál fuera su velocidad, es que es una ley de la naturaleza que un cuerpo para mover a otro ha de tener mayor fuerza para moverlo de la que el otro tiene para resistirse al movimiento. Este exceso de fuerza tan sólo puede depender del tamaño del cuerpo; ya que el cuerpo en reposo tiene tantos grados de resistencia como el otro cuerpo que lo impulsa tiene grados de velocidad.

La razón de esto es que si fuera movido por un tercer cuerpo que tuviera el doble de velocidad, entonces debería recibir de él el doble de movimiento; y el primero resistiría el doble este incremento del movimiento.

Por ejemplo, B no puede impulsar al cuerpo C a no ser que sea capaz de moverlo a la misma velocidad que tendría él mismo tras el impacto; esto es, si B es a C lo que 5 es a 4, entonces sería necesario que B transfiriera a C 4 de los nueve grados de movimiento que posee para lograr que se moviera con la misma velocidad final que él mismo. Esto es posible para B ya que posee suficiente fuerza como para transferir hasta $4\frac{1}{2}$ grados de movimiento (es decir, hasta la mitad de su movimiento total) en vez de ser reflejado en la dirección opuesta. Pero si B fuera a C como 4 es a 5, entonces B sería incapaz de mover a C a no ser que le transfiriera cinco de sus nueve grados de movimiento. Consecuentemente, C resistiría (el impulso matriz) con mayor fuerza de la que B ejercería; esta es la razón de que B sea reflejado en la dirección contraria en vez de mover al cuerpo C (IV, 183-5).

Esta explicación de R4 está de acuerdo con la versión francesa de los *Principia* que, según la *Conversación con Burman*, fue especialmente ampliado para elaborar aquellas reglas que planteaban problemas especiales a los lectores¹⁸.

La cuarta (regla) consiste en que si el cuerpo C fuera ligeramente mayor que B y estuviera en reposo..., sin importar cuál fuera la velocidad con la que se le aproximara B éste nunca tendría fuerza suficiente para moverlo; por el contrario, se vería obligado a rebotar hacia el mismo lugar del que provenía. Ya que desde el momento que B es incapaz de impulsar a C sin hacer que éste se mueva con la misma rapidez que él mismo tras el impacto, es evidente que C debe mostrar mayor resistencia a medida que aumente la velocidad con la que B se le aproxima; y que esta resistencia debe prevalecer sobre la acción de B porque es mayor que la acción de B. Así, por ejemplo, si C fuera el doble de B en cuanto al tamaño se refiere, y B poseyera tres grados de movimiento, B no sería capaz de mover a C que se encuentra en reposo a no ser que le transmitiera dos de estos tres grados de movimiento —es decir, uno (grado) por cada una de sus mitades— y retendría tan sólo el tercero (de sus grados) para sí mismo, ya que es menor que cada una de las mitades de C y no puede moverse con mayor velocidad que éstas tras el impacto... de modo que desde el momento que B tenga mayor velocidad encontrará correspondientemente una mayor resistencia por parte de C (IX-2, 90-91).

Aun así, ni el texto citado de la carta a Clerselier ni el texto francés revisado de la cuarta regla explican de forma satisfactoria por qué B no puede perder más de la mitad de su movimiento en favor de C. La experiencia parece mostrar que en el caso de que C

¹⁸ «Puesto que muchos se lamentan de la obscuridad de estas leyes, el autor ruega una pequeña clarificación y ulterior explicación en la edición francesa de los *Principia*» (Cottingham, p. 35).

fuera lo suficientemente grande con relación al tamaño de B, éste sería reflejado en ciertos casos; pero, ¿por qué ha de reflejarse siempre que para mover a C sea preciso que pierda (aunque se trate de una fracción mínima) más de la mitad de su propia fuerza?

En este punto de la discusión surge una cuestión relativamente nueva —el principio de Descartes de la acción mínima. En el párrafo siguiente al citado anteriormente en la Carta a Clerselier, del 17 de febrero, Descartes dice que la razón por la cual la gente encuentra dificultad en la comprensión de las reglas es que no se dan cuenta de que las reglas

dependen de un solo principio, que es que cuando dos cuerpos con movimientos incompatibles chocan entre sí, debe ocurrir algún cambio que los haga compatibles, pero este cambio será siempre el mínimo posible; es decir, si bien parte de estos movimientos cambian, una parte aún mayor permanece inalterada.

Descartes continúa diciendo que esto resuelve las dificultades halladas por los lectores en las reglas 4, 5 y 6. En la regla 4, por ejemplo, si suponemos que un cambio en la velocidad de cada cuerpo es igual de dificultoso que un cambio direccional en su determinación de movimiento, el cuerpo B en movimiento tiene dos opciones: o bien transferir más de la mitad de su movimiento a C, o bien invertir su dirección y ser reflejado por completo tras el choque. En teoría la pérdida de más de la mitad de su fuerza es «más difícil» que un cambio en la dirección.

El hecho de que Descartes dé distintas soluciones a la colisión descrita en R4 y de que dé razones de algún modo diferentes para la solución propuesta en los *Principia*, sugiere que encaminaba sus pasos hacia una descripción dinámica de los fenómenos naturales familiares. Sin embargo, no podemos decir que tuviera mucho éxito en este caso, al ajustar su enfoque filosófico a los problemas físicos con el análisis matemático que tan a menudo recomienda. Los dos niveles del discurso, intuitivo/filosófico y matemático se entrecruzan inevitablemente precisamente en este punto en los *Principia* donde, por vez primera, Descartes intenta aplicar sus principios generales para proporcionar una teoría matemática o cuantitativa de lo que sucede en las distintas situaciones de los choques simples¹⁷.

¹⁷ P. Costabel, en el artículo citado antes, sugiere que el enfoque filosófico que incluye el principio de mínima acción para resolver movimientos incompatibles es más profundo que el intento matemático de expresar esta intuición en reglas (p. 249). Viene a decir que el principio de conservación del movimiento es, en algún sentido, el resultado del examen inductivo de lo que ocurre en diferentes situaciones de impacto (p. 250). En otras palabras,

El principio del mínimo cambio es parte de una discusión filosófica que describe las colisiones entre los cuerpos físicos en términos de la mutua acomodación de dos tipos de oposición, en la velocidad y en la determinación de movimiento. Este principio es susceptible de aplicación matemática cuando la inercia de un cuerpo es determinada en reposo, porque para Descartes esta inercia puede cuantificarse tan sólo como función de la pérdida de fuerza de un cuerpo que mueve a otro que se encuentra en reposo. Descartes se ve obligado a comparar la fuerza relativa de un cuerpo en movimiento con la resistencia inercial de un cuerpo en reposo para poder aplicar P5 y predecir el resultado de la colisión. Pero ya que un cuerpo en movimiento, independientemente de su tamaño, puede siempre perder suficiente fuerza como para comunicar cierto movimiento a un cuerpo en reposo, esto parecería querer decir que la fuerza inercial de un cuerpo en reposo jamás sería suficiente para resistir a un movimiento impreso.

El principio de acción mínima es una justificación «filosófica» de Descartes para situar de una forma arbitraria el umbral de la tendencia de un cuerpo en movimiento a perder fuerza en la mitad de ésta. Si no existe un límite superior para la fracción de fuerza que un cuerpo puede perder al mover a otro que se encuentra en reposo, la fuerza inercial siempre será menor; si, sin embargo, un cuerpo en movimiento tuviera que perder más de la mitad de su fuerza para mover tras el impacto un cuerpo que se encuentra en reposo, entonces podríamos considerar que la inercia del cuerpo en reposo es mayor que la fuerza del cuerpo en movimiento, y de acuerdo con P5, ésta prevalecerá en la colisión.

Una objeción obvia para el establecimiento del umbral en la mitad de la fuerza del cuerpo en movimiento es: ¿por qué no cual-

Descartes primero elaboró las reglas y después propuso el principio de conservación como algo garantizado por las reglas. Me parece difícil conciliar esta interpretación de Descartes con los textos, por dos razones: a) ¿Cómo podría Descartes haber formulado las reglas sin estar en posesión de un principio de conservación? En otras palabras: ¿Cómo se puede descubrir a partir de dichas reglas que la cantidad de movimiento de un sistema se conserva? b) Descartes menciona un principio de conservación en fechas tan tempranas como 1629 y lo repite con frecuencia en la correspondencia y en *Le Monde*, como he mostrado en el capítulo 4. Yo preferiría interpretar la introducción del principio de mínima acción como un esfuerzo de Descartes por acomodarse al concepto de inercia; sin alguna idea de cuándo las fuerzas inerciales resisten al movimiento y cuándo ceden, Descartes no habría formulado en absoluto las reglas. Y no hubiera podido dar ninguna estimación cuantitativa de la inercia de un cuerpo en reposo sin antes decidir cuánto de su fuerza puede transferir un cuerpo en movimiento a otro en reposo como resultado de una colisión.

quier otra fracción? La respuesta a esta pregunta depende de cómo interpretemos las reglas de Descartes —como especificaciones a priori de lo que debe suceder, o como hipótesis provisionales que representan la aplicación de las leyes a diversas condiciones ideales. Antes de pasar a esta cuestión sería conveniente finalizar la aplicación de las leyes a las condiciones descritas en las reglas 5, 6 y 7.

En la regla 5, $V_c = 0$ y Q_b es mayor que Q_c . Por tanto, B mueve a C transfiriéndole una parte suficiente de su movimiento como para hacer que ambos cuerpos se muevan tras el impacto con la misma velocidad final. Ya que Q_c es menor que Q_b , la cantidad final de movimiento de C es menor que la mitad de la cantidad de movimiento inicial de B. Por tanto, C tiene una menor fuerza inercial para resistirse al movimiento en relación a la fuerza B para causarlo. La velocidad final de B y C se determina por la aplicación de Th II.

R6: Este es un caso límite en las condiciones que se obtienen al aplicar R4 y R5. Si B es ligeramente menor que C en cuanto a cantidad de materia se refiere, será reflejado sin que se produzca ningún cambio en su velocidad; si B es ligeramente mayor que C, entonces moverá a C de modo que los dos cuerpos posean al final la misma velocidad $Q_b V_b / (Q_b + Q_c)$. Ya que Q_c tiende a ser igual a Q_b , entonces $Q_b V_b / (Q_b + Q_c)$ tiende a ser $\frac{1}{2} V_b$. Descartes parece resolver la cuestión del modo que sigue: si B es ligeramente menor que C, no transfiere movimiento a C. Si B es ligeramente mayor que C, transfiere casi la mitad de su movimiento a C. Si B y C tienen la misma cantidad de materia, el resultado del impacto es la media de los dos anteriores. Así, B transfiere tan sólo un cuarto de su movimiento a C y es reflejado con tres cuartos de su velocidad inicial. Esto está de acuerdo con Th II y coincide con la versión de R6 de los *Principia*.

R7: Las partes i) y ii) de esta regla se derivan de Th I y Th II como en los casos anteriores. Si Q_c/Q_b es menor que V_b/V_c , entonces $Q_b V_b$ será mayor que $Q_c V_c$, y consecuentemente B transferirá a C el movimiento preciso para que ambos cuerpos se muevan en la dirección original de B con velocidad final idéntica. Si B tuviera menor cantidad de materia que C, no sería capaz de cambiar el movimiento de C, de acuerdo con Th I. La única posibilidad que le quedaría a B sería reflejarse sin cambiar su velocidad.

La parte iii) de R7 es insuficiente, ya que no mide la cantidad de movimiento transferido de B a C. Ya que tanto B como C tie-

nen la misma fuerza, no debería existir ninguna transferencia de movimiento de acuerdo con Th I, y B debería ser reflejado al chocar con C. La justificación de esta parte de R7 se derivaría de dos fuentes. Por un lado, forma parte de nuestra experiencia de tales colisiones. Por otro, representa un caso límite entre R7 i) y R7 ii), en las que B tiene mayor o menor cantidad de movimiento que C. Cuando las cantidades de movimiento de ambos son iguales, Descartes sugiere que tiene lugar parte de los efectos de R7 i) y parte de los de R7 ii).

La discusión de este punto ha sido limitada a la primera cuestión planteada al principio, es decir, ¿en qué sentido piensa Descartes que las reglas del choque de los *Principia* son deducibles a partir de las leyes de la naturaleza? Hemos argumentado que efectivamente las reglas se siguen de las leyes, pero tan sólo en el tolerante sentido cartesiano de la deducción que discutíamos en el capítulo 3, ya que al menos en el caso de R4 y R5 se presenta una hipótesis suplementaria para ayudar a especificar cuándo la inercia de un cuerpo en reposo es mayor que la fuerza de un cuerpo en movimiento que choca con él. La segunda cuestión se ocupa de hasta qué punto el carácter contraexperimental de las reglas es capaz de suplir la evidencia de que hay algo significativamente erróneo en la metodología cartesiana. Los lectores de Descartes le objetaron que las reglas parecían ir en contra de la experiencia. Su respuesta desafortunadamente tan sólo confirma nuestra sospecha de que ignoró las experiencias relevantes y estructuró las reglas completamente a priori; y esto, al mismo tiempo, levanta dudas similares acerca de la validez de las leyes de la naturaleza a partir de las cuales afirma haber derivado las reglas. Para la versión corregida de las reglas en la edición francesa de los *Principia*, Descartes escribe en respuesta a este tipo de objeciones: «Y la demostración de todo esto (es decir, de las reglas) es tan cierta que aunque la experiencia pareciera indicar lo contrario, nos veríamos en la obligación de confiar más en nuestra razón que en nuestros sentidos» (IX-2, 93).

En un examen más cuidadoso se hace más evidente, sin embargo, que las reglas del choque no contradicen la experiencia en absoluto y que Descartes es perfectamente consciente de ello. Por esta razón escribe: «Si la experiencia pareciera indicar lo contrario». Cuando las predicciones de las reglas son confrontadas con la experiencia sin que ambas coincidan, Descartes concede que todos los cuerpos con los que experimenta son de algún modo elásticos,

y por tanto no son aplicables las reglas en tales casos¹⁸. Así, la regla más evidentemente contrafáctica, R4, debe ser considerada al mismo tiempo que el reconocimiento por parte de Descartes de que la misma tierra puede moverse de forma imperceptible por el impacto de un cuerpo que cae por el efecto de la gravedad¹⁹. Además, no hay ningún tipo de colisiones en el mundo real de Descartes, en el que la viscosidad del medio y la interacción con otros cuerpos no juegue un papel importante en la determinación de los resultados de las colisiones entre los cuerpos.

Las objeciones a las reglas sobre la base de nuestra experiencia de las colisiones entre cuerpos y la respuesta de Descartes a estas objeciones explican por qué Descartes aprovecha la oportunidad de subrayar el carácter teórico o abstracto de las reglas en la versión francesa de 1647. La versión revisada de R4 elabora la descripción de C «en reposo»; mientras que el texto latino dice tan sólo «si corpus C plane quiesceret», la francesa añade:

Es decir, no sólo que no tiene ningún movimiento aparente, sino también que no está rodeado de aire o de cualquier otro cuerpo líquido que, como he explicado anteriormente, disponga a los cuerpos rígidos a los que rodea a ser movidos con mayor facilidad (IX-2, 90)²⁰.

La discusión de R5 añade una precisión similar: «algunas veces imaginamos que observamos lo contrario en la tierra, porque el aire u otro líquido de los que siempre rodean a los cuerpos rígidos en movimiento pueden aumentar o disminuir su velocidad...» (*ibid.*,

¹⁸ Vid. Descartes a Mersenne, feb. 23, 1643 (III, 634). El 26 de abril del mismo año, Descartes escribe a Mersenne: «Añado también que estas bolas han de ser perfectamente duras; pues si son de madera o de otra sustancia cualquiera elástica, como son todas las que hallamos en la tierra, entonces...» (III, 652).

¹⁹ Descartes a Debeaune (abril 30, 1639): «Cuando una piedra cae desde una gran altura hasta el suelo, si no rebota, sino que se queda parada en el suelo, creo que es resultado del hecho de que empuja a la tierra y entonces transfiera a la tierra su movimiento» (II, 543).

²⁰ En la carta a Clerselier, ya citada, Descartes incluye una descripción similar de lo que entiende por «en reposo»: «Por cuerpo sin movimiento entiendo un cuerpo que no se halla en acción para separar su superficie de las superficies de otros cuerpos que le rodean y, por consiguiente, que es parte de otro cuerpo sólido que es más grande. Pues digo en otro sitio, que cuando las superficies de dos cuerpos se separan una de otra, cuanto es real en la naturaleza del movimiento se halla tanto en el cuerpo que comúnmente se dice que no se mueve en absoluto como en el que se piensa que se mueve; y ya he explicado antes por qué un cuerpo suspendido en el aire puede ser movido por la menor fuerza» (IV, 187).

92). El artículo liii de la Parte II, el cual continúa la discusión de las siete reglas, resume para el lector esta cuestión:

Que la explicación de estas reglas es difícil; ya que todos los cuerpos hacen contacto con muchos otros al mismo tiempo. En efecto, frecuentemente ocurre que inicialmente la experiencia parece ser incompatible con las reglas que acabo de explicar, pero la razón de esto es obvia, ya que (las reglas) éstas presuponen que los dos cuerpos B y C son perfectamente rígidos y se encuentran completamente aislados de cualquier otro cuerpo de modo que no hay nada en las proximidades que pueda entorpecer o favorecer su movimiento. Y no existe tal situación en el mundo. Esta es la causa de que antes de decidir si las reglas se cumplen aquí o no, no es suficiente con ver cómo actúan dos cuerpos como B y C al chocar entre sí; sino que es preciso considerar, además, cómo o en qué medida los cuerpos que se encuentran a su alrededor se comportan favoreciendo u obstaculizando su acción (IX-2, 93).

Estas puntualizaciones implican que las reglas parecen contradecir la experiencia simplemente porque no son capaces de considerar todos los factores que determinan el resultado de las colisiones entre cuerpos físicos reales. Entre los factores principales que no son considerados por las reglas, se encuentran: i) que ningún cuerpo físico es perfectamente rígido, y ii) que no hay casos reales de colisiones entre cuerpos sin que existan interacciones o interferencias debidas al medio, en nuestra experiencia. Pero esto no es lo mismo que decir que las reglas sean hipotéticas.

La carta del 17 de febrero de 1645 a Clerselier está a punto de admitir esto. Tras explicar R4 y R5 en profundidad y demostrar que las reglas no están en contradicción con nuestra experiencia, Descartes añade: «A pesar de esto, es preciso que admita que estas reglas no están exentas de dificultad; e intentaré aclararlas en la medida en la que me sea posible. Pero a causa de otras ocupaciones que distraen mi mente...» (IV, 187). Esto parece indicar que las reglas no son más que esbozos de cómo es posible aplicar las leyes de la naturaleza a problemas específicos dentro de la dinámica. Las propias leyes, como he argumentado anteriormente en el capítulo 4, son propuestas como hipótesis muy generales, las cuales se encuentran en concordancia con nuestra experiencia de los fenómenos físicos simples; las reglas del choque que se derivan a partir de las leyes deben representar igualmente un intento provisional o hipotético de formular una descripción dinámica de las situaciones simples de choque entre cuerpos²¹.

²¹ Estoy de acuerdo con la interpretación hipotética tanto de las reglas como de las leyes propuestas por P. Costabel en página 246 del artículo ya citado: «On a dit et redit que les règles cartésiennes du choc ne sont qu'une

Si se leen las reglas como la expresión del intento de Descartes de formular la dinámica más que como especificaciones gratuitas a priori de qué es lo que debe suceder en tales casos, comprenderemos más fácilmente R4 y R5 y aceptaremos el carácter insuficiente de algunas otras reglas. Ya que Descartes cambia de opinión sobre cuál es la mejor formulación para las reglas 4 y 5 —podría intentar describir cómo actúan en realidad los cuerpos físicos de nuestra experiencia, o podría formular reglas abstractas que prescindieran de algunos de los factores que supuestamente determinan el resultado de las colisiones entre los cuerpos. Y Descartes hace ambas cosas. R4 podría interpretarse como provisional y razonable; y estableciendo la fracción de la fuerza de movimiento de B que puede transmitir a C en reposo como un medio, podría suponerse que intenta diseñar una regla que se ajuste a los casos reales en los que predomina la inercia frente al impulso motriz.

¿Piensa Descartes que su intento entraña especulación? Difícilmente. Además, existe el peligro de excusar las reglas del choque afirmando que no son contrafácticas ya que ni siquiera se proponen describir las colisiones reales entre los cuerpos físicos en movimiento. De modo que la metodología de Descartes en ciencia no es a priori, no tanto porque las reglas no entren en conflicto con la experiencia sino porque ni siquiera se consideran aplicables a la experiencia. Pero seguramente éste es un nuevo tipo de apriorismo —la construcción de reglas de las que sabemos de antemano que no son aplicables a la experiencia.

No es fácil evitar este tipo de problemas en la metodología de Descartes. El examen de las reglas del choque muestra tan sólo que Descartes no insiste obstinadamente en aplicar las reglas a los fenómenos físicos en contra del testimonio de la experiencia. Por otro lado, muestra una convicción gratuita de que sus confusas especulaciones sobre la materia están en el buen camino. Esto es, con todo, un mero ejemplo de la tesis general propuesta anteriormente, de que la disparidad entre la convicción personal y la garantía objetiva es más de lo que puede dar de sí la teoría de la ciencia de Descartes. Las reglas del choque no son un caso aislado en lo que a esto se refiere; no son ni más ni menos a priori que el resto de la ciencia cartesiana.

esquisse, mais on l'a fait en sous-entendant que les principes dont elles seraient l'esquisse étaient déjà fermes dans la pensée de Descartes. La réalité nous paraît différente. Ces règles ne sont qu'une esquisse parce qu'elles sont l'expression d'une pensée en état de recherche».

BIBLIOGRAFIA

- Adam, Charles: «Descartes: ses trois notions fondamentales», *Revue de philosophie de la France et de l'Étrangère*, 123 (1937), 1-14.
- Agassi, Joseph: «The nature of scientific problems and their roots in metaphysics», en *The Critical Approach to Science and Philosophy*, ed. Mario Bunge, pp. 189-211. Nueva York: Free Press; Londres: Collier-Macmillan, 1964.
- Aiton, E. J.: «Tre Cartesian theory of gravity», *Annals of Science*, 15 (1959), 27-50.
- *The Vortex Theory of Planetary Motions*. Londres: Macdonald, 1972.
- Allard, Jean-Louis: *Le Mathématisme de Descartes*. Ottawa: Editions de l'Université d'Ottawa, 1963.
- Alquié, Ferdinand: *La Découverte métaphysique de l'homme chez Descartes*, 2.^a ed. París: Presses Universitaires de France, 1966.
- Anderson, Wallace E.: «Cartesian motion», en *Motion and Time*, ed. P. Machamer & R. G. Turnbull, pp. 200-223. Columbus, Ohio: Ohio State University Press, 1976.
- Armogathe, J. R. & Marion, J. L.: *Index des Regulae ad directionem ingenii de René Descartes*. Roma: Edizioni dell' Ateneo, 1976.
- Beck, L. J.: *The Method of Descartes: A Study of the Regulae*. Oxford: Clarendon Press, 1952.
- Berdnard, Claude: *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. París: Ballière et fils, 1865; Rpt. Brusclas: Culture et Civilisations, 1965.
- *An Introduction to the Study of Experimental Medicine*, traducción inglesa de Henry Copland Greene con una introducción de Lawrence J. Henderson. Nueva York: Macmillan, 1927.
- Biraul, Henri: «Science et métaphysique chez Descartes et chez Pascal», *Archives de Philosophie*, 27 (1904), 483-526.

- Blackwell, Richard J.: «Descartes' laws of motion», *Isis*, 57 (1966), 220-34.
- Blake, Ralph M.: «The role of experience in Descartes' theory of method», *Philosophical Review*, 38 (1929), 125-43, 201-18. Reimpresión en *Theories of Scientific Method*, ed. Edward Madden, pp. 75-103. Seattle: University of Washington Press, 1960.
- Boas, Marie: «The establishment of mechanical philosophy», *Osiris*, 10 (1952), 412-541.
- *The Scientific Renaissance, 1450-1630*, vol. II de *The Rise of Modern Science*. Londres: Collins, 1962.
- Bourassa, André: «Descartes et la connaissance intuitive», *Dialogue*, 6 (1967-8), 539-54.
- Boutroux, Pierre: *L'Imagination et les mathématiques selon Descartes*. Université de Paris, Bibliothèque de la Faculté des Lettres, No. 10. Paris: Alcan, 1900.
- «L'Algèbre cartésienne», en *L'Idéal scientifique des mathématiques*, Nueva ed. Paris: Presses Universitaires de France, 1955.
- Boyer, Carl B.: *History of Analytic Geometry*. Nueva York: Yeshiva University, Scripta Mathematica Series, 1956.
- *The Rainbow: From Myth to Mathematics*. Nueva York y Londres: Thomas Yoseloff, 1959.
- Bracken, Harry M.: «Innate ideas-then and now», *Dialogue*, 6 (1967-8), 334-46.
- «Chomsky's variations on a theme by Descartes», *Journal of the History of Philosophy*, 8 (1970), 181-92.
- Braudel, Ferdinand (ed.): *L'Aventure de l'esprit*, vol. II de *Mélanges Alexandre Koyré*. Paris: Hermann, 1964.
- Bunschvig, Leon: «Mathématique et métaphysique chez Descartes», *Revue de métaphysique et de morale*, 34 (1927), 277-324.
- Buchdahl, Gerd: «The relevance of Descartes' philosophy for modern philosophy of science», *British Journal for the History of Science*, 1 (1963), 227-49.
- «Descartes' anticipation of a "logic of scientific discovery"», en *Scientific Change*, ed. A. C. Crombie, pp. 399-417. Londres: Heinemann, 1963.
- *Metaphysics and the Philosophy of Science*. Oxford: Blackwell, 1969.
- Bunge, Mario: *Scientific Research II. The Search for Truth*, vol. 3/II de *Studies in the Foundations; Methodology and Philosophy of Science*. Nueva York: Springer-Verlag, 1967. Trad. castellana: *La Investigación Científica*, de M. Sacristán. Ariel, Barcelona, 1969.
- Burke, John G.: «Descartes on the refraction and the velocity of light», en *American Journal of Physics*, 34 (1966), 390-400.
- Burt, E. A.: *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, ed. revisada. Anchor Books, Nueva York: Doubleday & Cía., 1954. Traducción castellana de Roberto Rojo, ed. Sudamericana, 1960, Buenos Aires.
- Butler, R. J. (ed.): *Cartesian Studies*. Oxford: Blackwell, 1972.
- Cahné, Pierre-Alain: *Index du Discours de la méthode de René Descartes*. Roma: Edizione dell'Ateneo, 1977.
- Carteron, H.: «L'Idée de la force mécanique dans le système de Descartes», *Revue philosophique*, 94 (1922), 143-77, 485-511.

- Cassirer, Ernst: «Mathematical mysticism and mathematical science», en *Galileo: Man of Science*, ed. Ernan McMullin, pp. 338-51. Nueva York: Basic Books, 1967.
- Caws, Peter: *The Philosophy of Science*. Princeton, Nueva Jersey: Van Nostrand, 1965.
- Chauvois, Louis: *William Harvey: His Life and Times; His Discoveries; His Methods*. Londres: Hutchinson; Nueva York: Philosophical Library, 1957.
- *Descartes. Sa méthode et ses erreurs en physiologie*. París: Les Editions du Cèdre, 1966.
- Chisholm, Roderik M.: *Perceiving. A Philosophical Study*. Ithaca, Nueva York y Londres: Cornell University Press, 1957.
- Chomsky, Noam: *Cartesian Linguistics*. Nueva York y Londres: Harper & Row, 1966.
- «Recent contributions to the theory of innate ideas», en *Boston Studies in the Philosophy of Science*, ed. Robert S. Cohen & Marx W. Wartofsky, vol. III, pp. 81-90. Dordrecht: Reidel, 1967.
- Collins, James: *Descartes' Philosophy of Nature*. Oxford: Blackwell, 1971.
- Coolidge, Julian Lowell: *A History of Geometrical Methods*. Oxford: Clarendon Press, 1940.
- Costabel, Pierre: «Essai critique sur quelques concepts de la mécanique cartésienne», *Archives Internationales d'histoire des sciences*, 20 (1967), 235-52.
- «Physique et métaphysique chez Descartes», en *Human Implications of Scientific Advance*, ed. E. G. Forbes, pp. 168-77. Edimburgo: Edimburgh University Press, 1978.
- «La Propagation de la lumière sans transport de matière de Descartes à Huygens», en *Roemer et la vitesse de la lumière*, pp. 83-91. París: Vrin, 1978.
- Cotgrave, Randle: *A Dictionaire of the French and English Tonghes*. Two Parts. Londres: Islip, 1632. Reproducido por University Microfilms Library Services, Ann arbor, Michigan.
- Cottingham, John: *Descartes' Conversation with Burman*. Oxford: Clarendon Press, 1976.
- Crombie, A. C.: *Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science, 1100-1700*. Oxford: Clarendon Press, 1953.
- «Descartes on method and physiology», *Cambridge Journal*, 5 (1951), 178-86.
- *Medieval and Early Modern Science*, 2 vol., 2.^a ed. Anchor Books; Nueva York: Doubleday & Co., 1958.
- «The mechanistic hypothesis and the scientific study of vision: some optical as a background to the invention of the microscope», en *Historical Aspects of Microscopy*, ed. S. Bradbury & G. L'E. Turner, pp. 3-112. Cambridge: W. Heffer & Sons, 1967.
- Dambaska, Izydora: «Sur certains principes méthodologiques dans les *Principia Philosophiae* de Descartes», *Revue de Métaphysique et de Morale*, 62 (1957), 57-66.
- Debus, Allen G.: *Man and Nature in the Renaissance*. Cambridge: Cambridge University Press, 1978.

- Denisoff, Elie: *Descartes, première théoricien de la physique mathématique*. Lovaina: Publications Universitaires de Louvain; París: Bêtrice-Nauwelaerts, 1970.
- De Waard, C.: «Le Manuscrit perdu de Snellius sur la refraction», *Janus*, 39 (1935), 51-73.
- Dictionnaire de l'Académie française, dédié au roy*, 1.^a ed. París, 1694.
- Dictionnaire de l'Académie Française*, 6.^a ed. París: Firmin Didot Frères, 1835.
- Dictionnaire Universel François et Latin*, Nueva ed., vol. I. París: Compagnie des Libraires Associés, 1771.
- Dijksterhuis, E. J.: «La Méthode et les essais de Descartes», en *Descartes et le cartésianisme hollandais*. París: Presses Universitaires de France; Amsterdam: Editions françaises d'Amsterdam, 1950.
- *The Mechanization of the World Picture*, traducido por C. Dikshoorn. Londres: Oxford University Press, 1969.
- Dobzhansky, Theodosius: «On Cartesian and Darwinian aspects of biology», en *Philosophy Science and Method*, ed. Sidney Morgenbesser, et al., pp. 165-78. Nueva York: St. Martin's Press, 1969.
- Doney, Willis (ed.): *Descartes: A Collection of Critical Essays*. Nueva York: Doubleday & Co., 1967.
- «Descartes's conception of perfect knowledge», *Journal of the History of Philosophy*, 8 (1970), 387-403.
- Dreyfus-Le Foyer, H.: «Les Conceptions médicales de Descartes», *Revue de métaphysique et de morale*, 44 (1937), 237-86.
- Dubarle, D.: «Remarques sur les règles du choc chez Descartes», *Cartesio* (suplemento de *Rivista di Filosofia Neo-scolastico*), pp. 325-34. Milán: Vita e Pensiero, 1937.
- Duhem, Pierre: *The Aim and Structure of Physical Theory*, traducido por Philip P. Wiener. Nueva York: Atheneum, 1962.
- Feldman, Fred & Levison, Arnold: «Anthony Kenny and the Cartesian circle», *Journal of the History of Philosophy*, 9 (1971), 491-6.
- Feyerabend, Paul: «Attempt at a realistic interpretation of experience», *Proceedings of the Aristotelian Society*, New Series, 58 (1958), 143-70.
- «Explanation, reduction, and empiricism», *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, ed. Herbert Feigl & Grover Maxwell, vol. III, pp. 28-97. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1952.
- Firth, Roderik: «The anatomy of certainty», *Philosophical Review*, 76 (1967), 3-27.
- Foster, L. & Swanson, J. W. (eds.): *Experience and Theory*. Londres: Duckworth & Co., 1971.
- Frankfurt, Harry: «Memory on the Cartesian circle», *Philosophical Review*, 71 (1962), 504-11.
- «Descartes validation of reason», en *Descartes: A Collection of Critical Essays*, ed. Willis Doney, pp. 209-26. Nueva York: Doubleday & Co., 1967.
- *Demons, Dreamers and Madmen: Defense of Reason in Descartes's Meditations*. Indianápolis y Nueva York: Bobbs-Merrill, 1970.
- «Descartes on the creation of the eternal truths», *Philosophical Review*, 86 (1977), 36-57.

- Gabbey, Alan: «Force and inertia in seventeenth-century dynamics, I», *Studies in the History and Philosophy of Science*, 2 (1971), 1-67.
- Gadoffre, Gilbert: «Sur la chronologie du *Discours de la Méthode*», *Revue d'histoire de la philosophie et d'histoire générale de la civilisation*, 33 (1943), 45-70.
- «Réflexions sur la genèse du *Discours de la Méthode*», *Revue de Synthèse, New Series*, 22 (1958), 11-27.
- Gallois, P.: «La méthode de Descartes et la médecine», *Hippocrate*, 6 (1938), 65-77.
- Gaukroger, Stephen (ed): *Descartes: Philosophy, Mathematic and Physics*. Hassocks, Sussex: Harvester Press, 1980.
- George, Berthier, Auguste: «Le mécanisme cartésien et la physiologie au XVII^e-ème siècle», *Isis*, 2 (1914), 37-89; 3 (1925), 21-58.
- Gewirtz, Alan: «The Cartesian circle», *Philosophical Review*, 50 (1941), 368-95.
- «Experience and the non-mathematical in the Cartesian method», *Journal of the History of Ideas*, 2 (1941), 183-210.
- «Clearness and Distinctness in Descartes», *Philosophy*, 18 (1943), 17-36. Reimpresión en *Descartes: A Collection of Critical Essays*, ed. W. Doney, pp. 250-77. Nueva York: Doubleday & Co., 1967.
- «The Cartesian circle reconsidered», *Journal of Philosophy*, 67 (1970), 668-85.
- «Descartes: two disputed questions», *Journal of Philosophy*, 68 (1971), 288-96.
- Gilbert, Neal Ward: *Renaissance Concepts of Method*. Nueva York y Londres: Columbia University Press, 1960.
- Gilson, Etienne: *Index scholastico cartésien*. París: 1912. Reimpreso por Franklin Bibliography and Reference Series No. 57. Nueva York: Franklin, 1963.
- *Discours de la méthode: Texte et commentaire*. 2.^a ed. París: Vrin, 1947.
- *Etudes sur le rôle de la pensée médiévale dans la formation du système cartésien*, vol. XIII de *Etudes de philosophie médiévale*. París: Vrin, 1930.
- Golliet, P.: «Le problème de la méthode chez Descartes», *Revue des sciences humaines*, 61 (1951), 56-73.
- Gouthier, Henri: *Essais sur Descartes*. París: Vrin, 1937.
- «Pour une histoire des *Méditations métaphysiques*», *Revue des sciences humaines*, 61 (1951), 5-29.
- *Les Premières Pensées de Descartes*. París: Vrin, 1958.
- Grünbaum, Adolf: «Can we ascertain the falsity of a scientific hypothesis?», en *Observation and Theory in Science*, por E. Nagel et al., pp. 69-129. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1971.
- Gueroult, Martial: *Descartes selon l'ordre des raisons*. 2 vols., París: Aubier, 1953.
- «Métaphysique et physique de la force chez Descartes et chez Malebranche», *Revue de métaphysique et de morale*, 59 (1954), 1-37, 113-34.

- Hacking, Ian: *Leibniz and Descartes: Proofs and Eternal Truths*, Dawes Hicks Lecture on Philosophy, British Academy. Londres: Oxford University Press, 1973.
- Hall, T. S.: «Microbiomechanics», en *Ideas of Life and Matter*, vol. I, pp. 250-63. Chicago: University of Chicago Press, 1969.
- «Descartes' physiological method: position, principles, examples», *Journal of the History of Biology*, 3 (1970), 53-79.
- *Treatise of Man of René Descartes*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1972.
- Hanson, Norwood Russell: *Patterns of Discovery*. Cambridge: Cambridge University Press, 1969. Traducción castellana de la edición de 1958 por Enrique García Camarero, Madrid: Alianza Editorial, 1977.
- *Observation and Explanation*. Harper Torchbooks; Nueva York: Harper & Row, 1971. Traducción castellana de Antonio Montesinos, Madrid: Alianza Editorial, 1977.
- Hart, Alan: «Descartes' "notions"», *Philosophy and Phenomenological Research*, 31 (1970-71), 114-22.
- Hartland-Swann, John: «Descartes' "simples natures"», *Philosophy* 22 (1947), 139-52.
- Harvey, William: *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*, 3.^a ed., traducida al inglés con anotaciones por Chauncey D. Leake. Springfield, Ill.: Charles Thomas, 1941.
- *The Circulation of the Blood: Two Anatomical Essays Together With Nine Letters*, traducido del latín al inglés por Kenneth J. Franklin. Oxford: Blackwell, 1958.
- Hatfield, Gary C.: «Force (God) in Descartes' physics», *Studies in History and Philosophy of Science*, 10 (1979), 113-40.
- Hempel, Carl G.: *Fundamentals of Concept Formation in Empirical Science*, vol. II, No. 7 de *International Encyclopedia of Unified Science*. Chicago: University of Chicago Press, 1952.
- Hesse, Mary: *Forces & Fields*. Edimburgo: Nelson, 1961.
- *Models and Analogies in Science*. Notre Dame, Indiana: University of Notre Dame Press, 1966.
- Hintikka, J.: «A discourse on Descartes' method», en *Descartes: Critical and Interpretive Essays*, ed. M. Hooker, pp. 74-88. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1978.
- Hintikka, J., & Remes, U.: *The Method of Analysis*. Dordrecht: Reidel, 1974.
- Hinton, J. M.: *Experiences: An Inquiry into Some Ambiguities*. Oxford: Clarendon Press, 1973.
- Hooker, Michael (ed.): *Descartes: Critical and Interpretive Essays*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1978.
- Hübner, K.: «Descartes' rules of impact and their criticism», *Boston Studies in Philosophy of Science*, vol. 39, ed. R. S. Cohen, et al., pp. 229-310. Dordrecht, Holanda: Reidel, 1976.
- Jammer, Max: *Concepts of Mass in Classical and Modern Physics*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1961.

- Jardine, Lisa: *Francis Bacon: Discovery and the Art of Discourse*. Cambridge: Cambridge University Press, 1974.
- Keeling, S. V.: «Le Réalisme de Descartes et le rôle des natures simples», *Revue de métaphysique et de morale*, 44 (1937), 63-99.
- Kemp Smith, Norman: *New Studies in the Philosophy of Descartes*. Londres: Macmillan, 1966.
- Kennington, Richard: «The "teaching of nature" in Descartes' soul doctrine», *Review of Metaphysics*, 26 (1972), 86-117.
- Kenny, Anthony: *Descartes: A Study of his philosophy*. Nueva York: Random House, 1968.
- «The Cartesian circle and the eternal truths», *Journal of Philosophy*, 67 (1970), 685-700.
- «Descartes on the will», en A. Kenny, *The Anatomy of the Soul*, pp. 81-112. Oxford: Blackwell, 1973.
- Knudsen, O. & Pederson, K. M.: «The link between "determination" and conservation of motion in Descartes' dynamics», *Centaurus*, 13 (1968), 183-6.
- Körner, Stephan: *Experience and Theory*. Londres: Routledge & Kegan Paul. Nueva York: Humanities Press, 1966.
- Kordig, Karl R.: «The theory-ladenness of observation», *Review of Metaphysics*, 24 (1971), 448-84.
- Korteweg, D. J.: «Descartes et les manuscrits de Snellius», *Revue de métaphysique et de morale*, 4 (1896), 489-501.
- Kuhn, Thomas S.: *The Copernican Revolution*. Nueva York: Vintage Books, 1959. Traducción castellana de Domènec Bergadá, Barcelona: Ariel, 1978.
- *The Structure of Scientific Revolutions*, 2.ª ed. Chicago: University of Chicago Press, 1970. Traducción castellana de la 1.ª ed. 1962 por Agustín Contín, México: Fondo de Cultura Económica, 1971.
- Lalande, André: *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*, 4.ª ed., París: Alcan, 1932.
- Laporte, Jean: *Le Rationalisme de Descartes*. París: Presses Universitaires de France, 1954.
- Laudan, Laurens: «The clock metaphor and probabilism: the impact of Descartes on English methodological thought, 1650-65», *Annals of Science*, 22 (1966), 73-104.
- Lewis, Geneviève: *L'Individualité selon Descartes*. París: Vrin, 1950.
- Liard, Louis: *Descartes*. París: Librairie Ballière, 1882.
- Lindsay, Robert Bruce & Margenau, Henry: *Foundations of Physics*, 2.ª ed. Nueva York: Dover, 1957.
- Marchamer, Peter & Turnbull, R. G. (eds.): *Motion and Time, Space and Matter. Interrelations in the History of Philosophy and Science*. Columbus, Ohio: Ohio State University Press, 1976.
- McMullin, Ernan: «Empiricism and the scientific revolution», en *Art, Science and History in the Renaissance*, ed. Charles S. Singleton, pp. 331-69. Baltimore: Johns Hopkins Press, 1968.
- (ed.): *Galileo: Man of Science*. Nueva York: Basic Books, 1967.
- «Philosophies of Nature», *New Scholasticism*, 43 (1968), 29-74.
- «The conception of science in Galileo's work», en *New Perspectives on Galileo*, ed. R. E. Butts & J. C. Pitt, pp. 109-57. Dordrecht: Reidel, 1978.

- McRae, Robert: «Innate ideas», en *Cartesian Studies*, ed. R. J. Butler, pp. 32-54. Oxford: Blackwell, 1972.
- Madden, Edward M. (ed.): *Theories of Scientific Method*. Seattle: University of Washington Press, 1960.
- Marion, Jean-Luc: *Sur l'ontologie grise de Descartes*. París: Vrin, 1975.
- (ed.): *Règles utiles et claires pour la direction de l'esprit en la recherche de la vérité*. Hague: Nijhoff, 1977.
- Martinet, M.: «Science et hypothèses chez Descartes», *Archives internationales d'histoire des sciences*, 24 (1974), 319-39.
- «La Théorie de la lumière selon Descartes», *Recherches sur le xvii^e siècle*, 1 (1976), 92-110.
- «Apologie de la brève description des principaux phénomènes», *Recherches sur le xvii^e siècle*, 2 (1978), 32-44.
- Maull, Nancy: «Cartesian optics and the geometrization of nature», *Review of Metaphysics*, 32 (1978), 153-73.
- Maxwell, M.: «The rationality of scientific discovery», *Philosophy of Science*, 41 (1974), 123-53, 247-95.
- Mendelsohn, Everett: «The changing nature of physiological explanation in the seventeenth century», *L'Aventure de la Science*, vol. I de Mélanges Alexandre Koyré, ed. F. Braudel, pp. 367-86. París: Hermann, 1964.
- Mercier, Jeanne: «Expérience Humaine et philosophie cartésienne», en *Cartesio* (suplemento de *Rivista di Filosofia Neo-scolastico*), pp. 581-98. Milán: Vita e Pensiero, 1937.
- Mesnard, P.: «L'Esprit de la physiologie cartésienne», *Archives de philosophie*, 13 (1937), 181-220.
- Milhaud, Gaston: *Descartes savant*. París: Alcan, 1921.
- Miller, Leonard G.: «Descartes, mathematics, and God», en *Meta-Meditations: Studies in Descartes*, ed. A. Sesonske & N. Fleming, pp. 37-49. Belmont, California: Wadsworth, 1965.
- Morgenbesser, Sidney; Suppes, Patrick & White, Morton (eds.): *Philosophy, Science and Method, Essays in Honour of Ernest Nagel*. Nueva York: St. Martin's Press, 1969.
- Morris, John: «Cartesian certainty», *Australian Journal of Philosophy*, 47 (1969), 161-8.
- «Descartes and probable knowledge», *Journal of the History of Philosophy*, 8 (1970), 303-12.
- (ed. y trad.): *Descartes Dictionary*. Nueva York: Philosophical Library, 1971.
- Mougin, Henri: «L'Esprit Encyclopédique et la tradition philosophique française», *Pensée*, 5 (1945), 8-18; 6 (1946), 25-38; 7 (1946), 65-74.
- Nagel, Ernest: *The Structure of Science*. Londres: Routledge & Kegan Paul, 1968. Traducción castellana de Néstor Mínguez, Buenos Aires: Paidós, 1968.
- Bromberger, Sylvain & Grünbaum, Adolf: *Observation and Theory in Science*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1971.
- Nash, Leonard K.: *The Nature of the Natural Sciences*. Boston y Toronto: Little, Brown and Co., 1963.
- Newton, Isaac: *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, 3.^a ed. Londres: William & John Innys, 1726. Reimpres. Glasgow, 1871.

- *Opticks*. Nueva York: Dover Books, 1952. Traducción castellana, introd. y notas de Carlos Solís, Madrid: Alfaguara, 1977.
- Nicot, Jean: *Le grand dictionnaire français-latin*. París, 1605.
- Ockenden, R. E.: «Marco Antonio de Dominis and his explanation of the rainbow», *Isis*, 26 (1936), 40-49.
- Olscamp, Paul J.: «Introduction» a *Descartes: Discourse on Method, Optics, Geometry, and Meteorology*. Indianápolis: Bobbs-Merrill, 1965.
- Passmore, J. A.: «William Harvey and the philosophy of science», *Australian Journal of Philosophy*, 36 (1958), 85-94.
- Pirenne, M. H.: «Descartes and the body-mind problem in physiology», *British Journal for the Philosophy of Science*, 1 (1950), 43-59.
- Popkin, Richard H.: *The History of Scepticism from Erasmus to Descartes*, ed. revisada Assen: Von Gorcum, 1960.
- Popper, Karl: *The logic of Scientific Discovery*, ed. revisada Londres: Hutchinson, 1968. Traducción castellana del inglés de Víctor Sánchez de Zavala, Madrid: Tecnos, 1962.
- Pendergast, Thomas L.: «Descartes and the relativity of motion», *The Modern Schoolman*, 50 (1972), 64-72.
- «Motions, actions and tendency in Descartes' physics», *Journal of the History of Philosophy*, 13 (1975), 453-62.
- Price, H. H.: *Thinking and Experience*, 2.^a ed. Londres: Hutchinson, 1969. Traducción castellana de María Martínez Peñázola, México: F. C. E., 1975.
- Quine, W. V. O.: «Two dogmas of empiricism», en *From a Logical Point of View*, 2.^a ed., pp. 20-46. Cambridge Mass.: Harvard University Press, 1964. Traducción castellana de Manuel Sacristán, Barcelona: Ariel, 1962.
- «Grades of Theoreticity», en *Experience and Theory*, ed. Foster & J. W. Swanson, pp. 1-17. Londres: Duckworth & Co., 1971.
- Randall, John Herman, Jr.: «The development of scientific method in the school of Padua», *Journal of the History of Ideas*, 1 (1940), 177-206.
- *The Career of Philosophy*, vol. I. Nueva York y Londres: Columbia University Press, 1962.
- Régis, Pierre-Sylvain: *L'Usage de la raison et de la foy, ou l'accord de la foy et de la raison*. París: Jean Cusson, 1704.
- *Cours entier de philosophie ou systeme generale selon les Principes de M. Descartes contenant la logique, la métaphysique, la physique, et la morale*, ed. final, 3 vols. Amsterdam: Huguetan, 1691.
- Rescher, Nicholas: «A new look at the problem of innate ideas», *British Journal for the Philosophy of Science*, 17 (1966-67), 205-18.
- Rodis-Lewis, Geneviève: *Descartes et la rationalisme*, 2.^a ed. París: Presses Universitaires de France, 1970.
- Rostand, Jean: «Descartes et la biologie», *L'Atomisme en biologie*, 11.^a ed. París: Gallimard, 1956.
- Roth, Leon: *Descartes' Discourse on Method*. Oxford: Clarendon Press, 1937.
- «The Discourse on Method (1637-1937)», *Mind*, 46 (1937), 32-43.
- Sabra, Abdelhamid I.: *Theories of Light from Descartes to Newton*. Londres: Oldbourne, 1967.
- Salmon, Elizabeth G.: «Mathematical roots of Cartesian metaphysics», *New Scholasticism*, 39 (1965), 158-69.

- Scheffler, Israel: *Science and Subjectivity*. Indianápolis y Nueva York: Bobbs-Merrill, 1967.
- Schmitt, C. B.: «Experimental evidence for and against a void: the sixteenth century argumentes», *Isis*, 58 (1967), 352-63.
- «Experience and experiment: a comparison of Zabarella's view with Galileo's in *De Motu*», *Studies in the Renaissance*, 16 (1969), 80-138.
- Schouls, Peter A.: «Cartesian certainty and the "natural light"», *Australian Journal of Philosophy*, 48 (1970), 116-19.
- «Reason, method and science in the philosophy of Descartes», *Australian Journal of Philosophy*, 50 (1972), 30-39.
- Schrecker, Paul: «La méthode cartésienne et la logique», *Revue de philosophie de la France et de l'étrangère*, 123 (1937), 336-67.
- Scott, F. J.: *The Scientific Work of René Descartes (1596-1650)*. Londres: Taylor & Francis, 1952.
- Scott, Wilson L.: «The significance of "hard-bodies" in the history of scientific thought», *Isis*, 50 (1959), 199-210.
- Sebba, Gregor: *Bibliographia Cartesiana. A Critical Guide to the Descartes Literature, 1800-1960*. La Haya: Nijhoff, 1964.
- Segond, J.: *La Sagesse cartésienne et la doctrine de la science*. París: Vrin, 1932.
- Sellars, Wilfrid: *Philosophical Perspectives*. Springfield Ill.: C. Thomas, 1967.
- *Science, Perception and Reality*. Londres: Routledge & Kegan Paul; Nueva York: Humanities Press, 1963.
- *Science and Metaphysics*. Londres: Routledge & Kegan Paul; Nueva York: Humanities Press, 1968.
- Sesonske, A., y Fleming, N. (eds.): *Meta-Meditations: Studies in Descartes*. Belmont, California: Wadsworth, 1965.
- Shea, William R.: «Descartes as a critic of Galileo», en *New Perspectives on Galileo*, ed. R. E. Butts y J. C. Pitt, pp. 139-59. Dordrecht: Reidel, 1978.
- Shirley, John W.: «An early experimental determination of Snell's law», *American Journal of Physics*, 19 (1951), 507-8.
- Sirven, J.: «La Dédution cartésienne dans les recherches mathématiques et physiques», *Cartesio* (suplemento a la *Rivista di Filosofia Neo-Scholastico*), pp. 747-51. Milán: Vita e Pensiero, 1937.
- Sklar, Lawrence: «Inertial, gravitation and metaphysics», *Philosophy of Science*, 43 (1976), 1-23.
- Spector, Marshall: «Leibniz versus the Cartesians on motion and force», *Studia Leibnitiana*, 7 (1975), 135-44.
- Stich, Stephen P. (ed.): *Innate Ideas*. Los Angeles: University of California Press, 1975.
- Stock, Hyman: *The Method of Descartes in the Natural Sciences*. Jamaica, Nueva York: Marion Press, 1931.
- Strong, Edward William: *Procedures and Metaphysics*. Berkeley: University of California Press, 1936.
- «The relationship between metaphysics and scientific method in Galileo's work», en *Galileo: Man of Science*, ed. E. McMullin, pp. 352-64. Nueva York: Basic Books, 1967.

- Tannery, Paul: «Descartes physicien», *Revue de métaphysique et de morale*, 4 (1896), 478-88.
- Unger, Peter: *Ignorance: A Case for Scepticism*. Oxford: Clarendon Press, 1975.
- Vendler, Zeno: *Res cogitans: An Essay in Rational Psychology*. Ithaca y Londres: Cornell University Press, 1972.
- Volgraff, J. A.: «Snellius' notes on the reflection and refraction of rays», *Osiris*, 1 (1936), 718-25.
- Vuillemin, Jules: *Mathématiques et métaphysique chez Descartes*. París: Presses Universitaires de France, 1960.
- Wahl, Jean: *Du rôle de l'idée de l'instant dans la philosophie de Descartes*. París: Vrin, 1953.
- Wartofsky, Max W.: *Conceptual Foundations of Scientific Thought*. Nueva York: Macmillan; Londres: Collier-Macmillan, 1968. Traducción castellana de M. Andreu, F. Carmona y V. Sánchez de Zavala, Madrid: Alianza Universidad, 1973.
- Watkins, J. W. N.: «Metaphysics and the advancement of science», *British Journal for the Philosophy of Science*, 26 (1975), 91-121.
- Weber, J.-P.: «Sur une certaine "méthodologie officieuse" chez Descartes», *Revue de métaphysique et de morale*, 63 (1958), 246-50.
- Westfall, Richard S.: *The Construction of Modern Science: Mechanism and Mechanics*. Nueva York: John Wiley & Sons, 1971.
- *Force in Newton's Physics*. Londres: Macdonald; Nueva York: American Elsevier, 1971.
- Witteridge, Gweneth: *William Harvey and the Circulation of the Blood*. Londres: Macdonald; Nueva York: Elsevier, 1971.
- Williams, Bernard: *Descartes: The Project of Pure Inquiry*. Harmondsworth: Penguin, 1978.
- Wilson, Margaret D.: *Descartes*. Londres: Routledge & Kegan Paul, 1978.
- Wittgenstein, L.: *Notebooks 1914-16*, ed. G. H. von Wright & G. E. M. Anscombe. Oxford: Blackwell, 1961. Traducción castellana de Jacobo Muñoz: *Diario Filosófico*, Barcelona: Ariel, 1975.
- *Tractatus Logico-Philosophicus*, trad. D. F. Pears & B. F. McGinness. Londres: Routledge & Kegan Paul, 1961. Traducción castellana de Enrique Tierno Galván, Madrid: Alianza Ed., 1973.

INDICE ANALITICO

- Adam, C., 40s n 28
 Aiton, E. J., 90 n 1
 Allard, J. L., 24 n 12
 anaclástico, 82, 177, 182
 análisis, y síntesis, 181-86, 188s, 193-196
 anatomía, 18, 43 n 35, 151, 213
a posteriori, 23ss, 120
a priori, 22-5, 25 n 14, 27-8, 113, 119-23, 180, 200, 203
 arco iris, explicación de Descartes del, 18, 55 n 50, 192-94
 Aristóteles, 123, 127
 aristotelismo, 23, 39, 123, 205-14
 Arnauld, A., 145 n 3
 astronomía, 35, 52, 68, 135, 141, 151
 axiomas, 65, 75s
- Bacon, F., 121, 212 n 6
 Beck, J. J., 24 n 12, 33 n 6, 119 n 3
 Beeckman, I., 96 n 8, 158 n 23
 Bernard, C., 51-2, 51 n 42, 51 n 44, 52 n 46
 Blacwell, R., 221 n 3
 Blake, R. M., 25 n 15
 Boswell, 120 n 4
 Boutroux, P., 132 n 18
 Boyer, C., 20 n 7, 193 n 19, 193 n 20
- Buchdahl, G., 25 n 15, 77 n 26, 90 n 2, 156 n 20, 223 n 6
 Buitondijck, 33 n 4
 Bunge, M., 51, 51 n 42, 51 n 43, 52 n 47
Burman. Conversación con, 17, 41, 44, 60, 59 n 2, 65 n 13, 75 n 25, 77, 78 n 27, 93 n 5, 113 n 21s, 225 n 10, 234
- calor, 100s
 Carcavi, P. de, 169 n 45
 causas, materiales y suficientes, 118-124, 130
 causas, primarias y secundarias, 109, 110
 Cavendish, C., 56 n 52, 168-69 n 42, 214 n 8
 Caws, P., 51 n 42, 52, 52 n 47
 certeza, 17, 26, 31, 42, 47, 54, 59, 68, 72-3, 83, 85, 92, 97, 127, 142-50, 153, 168-73, 176, 179, 207, 211
 Chanut, P., 97, 97 n 11
 Chauvois, L., 23 n 10, 161 n 25, 167 n 38
 choque, reglas del, 31, 112s, 219-241 *passim*
 Ciermans, J., 159

- Clerzelier, C., 75, 98, 233s, 239 n 20, 240
cogito, 26, 33, 96 n 9
 Columbus, R., 16 n 31
 composición, falibilidad de, 187s
 confirmación, 125s, 139, 143, 150-60
 conocimiento, 84, 91ss, 141s, 145-50, 179s, 186
 Costabel, P., 84, 95 n 7, 228 n 13, 235 n 17, 240 n 21
 Cotgrave, R., 32 n 2
 Cottingham, J., 60
 Crapulli, G., 80 n 30
 Crombie, A. C., 161 n 25, 193 n 19, 193 n 20, 207
 cualidades, primarias y secundarias, 101s, 130, 133

 Damska, I., 24 n 13
 Debeaune, F., 32 n 2, 38, 38 n 19, 55, 228 n 12, 239 n 19
 Debus, A. G., 26, 26 n 16
 deducción, 26, 35, 71, 78-84, 91, 97-100, 112-17, 186-87, 189, 203-04, 211, 215-18
 demostración, 78-80, 95s, 115, 124, 204, 207, 209
 Denissoff, E., 25 n 15, 191 n 14
 densidad, o solidez, 222-25
 Deriannes, J., 196 n 14
 Desargues, G., 119
 Descartes, Pierre, 36 n 13
 descubrimiento, 192-96
 determinación (del movimiento), 183, 185, 228 n 13, 228-30
 Digby, K., 167 n 39
 Dinot, Padre, 97 n 10
Dióptrica, 19, 119s, 120 n 4, 125 n 11, 136 n 22, 182-86
 Dios, causalidad de, 19, 42, 97, 102-107, 109-12, 139-41, 144s, 197-99
 certeza de la existencia de, 95-6, 145s
 idea innata de, 60, 64, 103s
 inmutabilidad de, 109-12, 116
Discurso del Método, 15, 19-20, 23-4, 79, 88-9, 190-95
 Donagan, A., 39 n 25
 Dozem, 131 n 17
 Dreyfus-Le Foyer, J., 45 n 37, 167 n 40
 dualismo, 38-48, 48ss, 57, 61

 Dubarle, D., 221 n 3
 Duhem, P., 24 n 11, 52 n 45, 56 n 54
 Duhem-Quine, tesis, 159

 empirismo, 16, 129-33, 208-10, 212-14
 enumeración, 80-4
Expérience, 30-57
 conciencia intelectual, 33s
 experiencia ordinaria, 36-8, 53; uso en la ciencia, 102, 111, 133, 178-182, 199-203, 208-10, 212s
 experiencia sensorial, 33s, 41-5, 46-50; grado de, 46-50
 experimento, concepto de, 37s, 50-53; vaguedad del, 38s, 54-7, 213s
 fenómeno, 34s
 observación, 34, 38
 prueba, 34s
 experimentos, 151-53, 156, 158-59
 cruciales, 160-69
 explicación, 67s, 78-80, 94-6
 científica, 118-42, 150-73, 201s, 203, 212s

 Fabri, Padre, 169
 falsabilidad, 157-60
 Fermat, P. de, 148
 Ferrier, J., 35 n 10, 135s n 19, 216
 Firth, R., 149s n 10
 Fournet, F., 120 n 4
 Frankfurt, H., 144, 144 n 1, 148 n 9
 Fromondus, L., 125
 fuerza, concepto de, 224-41 *passim*

 Gadoffre, G., 190s n 14
 Galileo, 19, 32 n 2, 115 n 22, 135, 171 n 46, 190, 197, 206
 Gallois, P., 161 n 25
 Gaukroger, S., 16 n 2
 geometría, abstracta versus aplicada, 131-32
 Gewirth, A., 144 n 1, 147, 148 n 9
 Gewirtz, A., 25 n 15
 Gibieuf, G., 18 n 3
 Gilbert, N. W., 205, 205 n 1
 Gilbert, W., 81
 Gilson, E., 62 n 6, 126 n 12, 132 n 18, 147 n 8, 168 n 41
 Golius, J., 56 n 53, 156 n 19, 186 n 7

- Golliet, P., 132 n 18
 Grosseteste, R., 205
 Grünbaum, A., 157 n 21
- Hall, T. S., 43 n 33, 161 n 25
 Harvey, W., 28, 161-69, 213
 Hesse, M. B., 136 n 21, 156s n 20, 207, 208 n 5
 Hintikka, J., 181 n 4, 195 n 21
 Hinton, J. M., 32 n 1
 hipótesis, 21, 39, 44, 51-3, 68-9, 75, 81-2, 100-2, 105-6, 109, 116, 119-20, 123-34, 138-39, 141-42, 150-60, 189s, 193-97, 203-04
 Hobbes, T., 159
 Hogelande, C. van, 35 n 11, 114s n 21
 Hooker, M., 39 n 25
 Hume, D., 69
 Huygens, Christian, 213
 Huygens, Constantijn, 37 n 17, 38 n 18, 56, 56 n 53, 130 n 16, 135 n 19, 151, 152, 156, 159, 214 n 8
- imaginación, 18, 43s, 43 n 35, 44 n 36, 68, 69s, 72-3, 186-89
 inducción, como forma de deducción, 78-84, 189
 inercia, 227-28, 228 n 12, 232, 236
 inferencia, 33, 71, 73, 76-84
 innatas, ideas, 31, 33, 59-66
 intelecto, 18, 31, 49, 59, 61-4, 68-70, 72-3, 85, 179, 187 n 11
intuitus, 47, 70-8, 80, 82, 182, 186-88, 208-10
 Isabel, princesa, 33 n 4, 41, 41 n 29, 146 n 5, 152 n 14
- juicio, 47s, 49-50, 65, 71-2, 187 n 11
- Kant, I., 119, 122
 Kemp Smith, N., 24 n 13, 40s n 28
 Kennington, R., 39 n 25
 Kenny, A., 39 n 25, 90 n 1
 Kepler, J., 193 n 19
- Laporte, J., 16 n 1
 Laudan, L., 25 n 15
 Launey, Abad de, 42 n 31
Le Monde, 19, 99-108, 190-92, 196-204
- leyes de la naturaleza, 92, 104-07, 110-12, 116, 197-99, 211, 219-20
 Liard, L., 58 n 1
 lógica formal, 76-8
 lógicos, modelos, 99, 112-17
 Lulio, R., 77
 luz, 33, 72, 82, 100, 119s, 135-36, 158, 182-86
- magnetismo, 35, 81, 133, 152s
 Malcolm, N., 39 n 25
 Malpighi, M., 167 n 40
 Marion, J. L., 66 n 15, 72 n 21, 80 n 30, 176 n 2
 matemáticas, pérdida de interés de Descartes en, 131-32
 matemático, método, 23, 26, 131-32, 175-78, 181
 materia, concepto de, 221-25
 materia, definida según su extensión, 74, 102, 108-09
 materia, elementos de, 101s
mathesis universalis, 176-77, 181, 190, 212
 Mattern, R., 39 n 25, 39 n 28
 Maull, N., 96 n 9
 Maurólico, F., 55 n 50
 Maxwell, N., 90 n 2
 McMullin, E., 24 n 13, 24 n 14, 90 n 1, 115 n 22, 206, 266 n 2, 206 n 3
 medicina, 20, 151
Meditationes, 16-8, 85, 95-6
 memoria, 18, 43 n 35, 44, 48, 70, 83
 mente, véase dualismo, intelecto, razón
 Mersenne, M., correspondencia de Descartes con, *passim*
 metafísica, concepto cartesiano de, 90-94
 importancia de la, 17s
 relación con la física, 94-117
Meteorologia, 19, 120 n 4, 124-25, 125 n 11, 190-96
 Milhaud, G., 24 n 11
 modelos, 101-06, 134-42, 193, 212
 More, H., 74 n 24, 94 n 6, 152 n 14
 Morin, J. B., 79, 116, 120 n 4, 123-124, 124 n 8, 124 n 9, 130, 136, 137 n 23, 170-71
 Mougin, H., 25 n 15
- Nagel, E., 51 n 42
 Nash, L., 51 n 42

- naturaleza, leyes de, véase leyes de la naturaleza
 naturalezas simples, 60, 66-70, 73, 81, 179, 180-81, 208
 Newcastle, Marqués de, 20, 55 n 51, 83 n 34, 152, 214 n 8
 Newton, I., 21 n 8, 21, 211, 213
 nociones comunes, 66, 75-6, 92
- observación, 35 n 11, 35, 49, 52-4
 Ockenden, R. E., 193 n 19
Optica, 19
- Pascal, B., 169, 169 n 45
 Passmore, J. A., 168 n 41
 percepción clara y distinta, 15, 33, 40, 40 n 27, 49, 67, 72-3, 114s n 21, 144, 147
 perfectos versus imperfectos, problemas, 178-79, 189
 Picot, abad., 37, 38 n 24, 152 n 14
 Plempius, V. F., 75, 120, 122, 125, 125 n 10, 156, 159, 167 n 39
 potencia, tener ideas, 62-4
 pragmática, interpretación de la ciencia, 20
 Price, H. H., 46 n 39
 principio, concepto de, 91-3, 97-8
Principios de Filosofía, 17-8, 21, 24, 30, 90-4, 107-16, 126-29, 219-41
 principios físicos, 93, 94s, 99, 107-117, 170-73
 principios metafísicos, 92, 98-9, 108-117, 170-71, 204
 probabilidad, 139, 148-49, 154
 probar, 79-80, 112, 115-16, 181
 Ptolomeo, 125, 159
- química, 18
- Randall, J. H. Jr., 23 n 9, 23
 razón, 58-87 *passim*
 luz de la razón, 33, 66, 69, 72, 78, 84, 108, 145, 179, 209, 210
 versus experiencia 84-7
 refracción, 31, 72s, 96, 120, 159, 184-185
 Régis, P. S., 65 n 12, 119 n 2
 Regius, H., 96, 96s n 9, 98, 147
Reglas, 15, 20s, 24, 65-77, 80-3, 175-190
- Remes, P., 181 n 4
 revelación, 114-15, 140
 Riolan, J., 166s n 36, 167 n 37, 167 n 38
 Rives, J. de, 59
 Roberval, G. P. de, 169, 169 n 43
 Rodis-Lewis, G., 23 n 9
 Rostand, J., 156s n 20, 161 n 25
 Roth, L., 24 n 11
- Sabra, A. I., 24 n 12, 136 n 20
 sangre, circulación de, 35, 96, 162-68, 204
 Schouls, P. A., 23 n 10
 Scott, J., 156s n 20
 Segond, J., 24 n 13, 33 n 6
 Sellars, W., 113 n 20
 semillas de verdad, 196-202
 seno, ley de la refracción del (ley de Snell), 182-86
sensus communis, 43, 44 n 36, 61
 sentidos, 17-8, 31, 33s, 41-50, 46 n 38, 61s, 69s, 72-3, 187-89, 199
 simplicidad de las hipótesis, 116, 170-173
 Sklar, L., 90 n 2
 Sommers, F., 39 n 25
 Stampioen, 131, 131 n 17
 Strong, E. W., 156s n 20
- Tannery, P., 24 n 11
 Theodorico de Friburgo, 193, 193 n 19
- Unger, P., 149s n 10
- vacío, 101, 169
 Vatier, A., 109 n 16, 120, 191, 191 n 15, 198
 Villebressieu, E. de, 19, 151
 Voetius, G., 63 n 7, 147
 voluntad, 32, 42, 49-50, 62, 71
- Wartofsky, M., 51 n 42, 52 n 47
 Watkins, J., 90 n 2
 Weber, J.-P., 25 n 15
 Witteridge, G., 164 n 31, 165 n 32
 Williams, B., 16 n 2, 39 n 25, 90 n 1
 Wilson, M. D., 16 n 2, 39 n 25, 40 n 26
 Wittgenstein, L., 49 n 40

No es tarea fácil llegar a conclusiones inequívocas sobre el sentido unificador del proyecto cartesiano, víctima en buena medida de su celebridad en el dominio filosófico. Porque René Descartes (1596-1650), que dedicó la mayor parte de sus esfuerzos a cuestiones científicas y consideró su obra sobre física como su mayor contribución a la posteridad, se movió con facilidad de la filosofía o la teología a la dinámica o la óptica, mezclando discusiones sobre el magnetismo o la circulación de la sangre con afirmaciones acerca de la eficacia de su método científico. DESMOND M. CLARKE sostiene que el enfoque adecuado para esa tarea interpretativa sería considerar a Descartes «como un científico práctico que también se interesó por cuestiones metodológicas, teológicas y científicas». El estudio de LA FILOSOFIA DE LA CIENCIA DE DESCARTES plantea, por lo demás, problemas hermenéuticos de incierta respuesta. Así, los escritos metodológicos cartesianos resultan prácticamente ininteligibles al margen del resto de su obra; mientras que las *Reglas* sólo discuten el método en las ciencias físicas de una forma incidental, el *Discurso* es un comentario a los ensayos científicos que le siguen. Una vez confrontada la teoría con el método seguido realmente en su trabajo científico, se llega a la conclusión de que Descartes, cuyos desarrollos expositivos tomaron a veces en préstamo el lenguaje y aun las confusiones de la filosofía aristotélica, derivó la certeza de la reflexión sobre la experiencia y fue, a lo largo de toda su labor intelectual, un empirista.

Alianza Editorial

Cubierta Daniel Gil